

## agriGALF 技術のレタス栽培への応用による成長促進実証と植物工場への適用

Demonstration and application to plant factory of growth promotion  
by applying agriGALF technology to the cultivation of lettuce

○阿波加和孝 田伏栄徳 石田芳明 木村春昭 柏雅一 藤田俊弘 (IDEC)

○AWAKA Kazutaka, TABUSE Eitoku, ISHIDA Yoshiaki, KIMURA Haruaki, KASHIWA Masakazu, FUJITA Toshihiro (IDEC)

**Abstract** Ultra-fine bubble generating apparatus (GALF) has been used in various plant growth fields. For growing leaf vegetables that require high volume of oxygen, such as lettuce, we have applied GALF technology and developed the device to supply oxygen with nano-bubbles. The device was used for growing lettuce, and showed that nano-bubble water with oxygen increases lettuce growth rate.

**Keywords:** Nano-bubble, agriGALF, Hydroponic culture, Plant factory, Dissolved oxygen

## 1. 緒言

マイクロ・ナノバブルによる生物の生長促進を目指した研究が昨今活発になってきており、マイクロ・ナノバブルの生理活性効果についての解析や実験結果等の報告がなされてきている[1-4]。植物の根は呼吸を行い養水分を吸収する組織であり、根が伸張していくためには空気（酸素）が必要である。酸素の水に対する溶解度は水温によって変化し、水温が高くなると水中の溶存酸素量が減少する。また養液栽培においては養液温度を適温に維持することが重要である。

我々は、1990年代初頭からIDEC独自の流体制御技術として超微細気泡発生技術であるGALF (Gas Liquid Foam)の研究開発を開始し、GALF水を早くから植物栽培へ適用し実践してきた。1990年代でのバラ、トマト、メロン、きゅうりの水耕栽培[5-7]に加えて、2010年以降は植物工場ラボを弊社敷地内に建設し、GALF水と液肥を混合した養液を培土へ供給することで、イチゴ、スイカ、トマト、ダイコン、大蕪の栽培実証実験を実施してきている[2-3]。

特に、植物育成には供給される水温の温度上昇が無いことが重要であることから、水温上昇を抑えることができる構造のagriGALFを開発し、水中の酸素濃度の高濃度化と共に、ナノバブルの供給も併せて実現する特徴を有する装置を開発してきた。

ここでは、酸素要求量が高い葉菜類のレタスの水耕栽培等に対し、agriGALF装置を適用することでの成長促進効果について実験を行ったので報告する。

## 2. 実験装置および方法

### 2.1 agriGALF の特長

今回用いた agriGALF 装置の特徴を Fig. 1 にまとめる。従来より報告してきた nanoGALF 装置、microGALF 装置、並びに気液混合せん断方式によるナノバブル発生装置と比べて、agriGALF 装置には以下のような特徴を有している。

- ・水温上昇が起こらない構造

養液栽培において養液温度を適温に維持することが重要である。agriGALF 装置では、装置の運転制御により温度上昇を極力抑えている。

- ・ナノバブルを十分量発生

植物栽培においてナノバブルが有効であることが報告されており、現状の agriGALF 装置は、nanoGALF 装置や旋回流方式のナノバブル発生量の 70%程度の数量の発生能力を有している。

- ・溶存酸素量 (DO 値) を大きく維持

GALF 方式は加圧溶解方式であるためマイクロバブルが全て消滅した後も飽和 DO 値の 150% (水温 20℃時) が維持可能である。

- ・エネルギー効率を改善

環境問題やコストを考慮するとエネルギー (電気代) を極力抑えることが望ましい。agriGALF では、消費エネルギーを抑えている。

### 2.2 実験装置

agriGALF 装置を用いたレタスの水耕栽培システムを Fig. 2 に示す。

- ・①はレタスの成長に必要な液肥成分と濃度に調整した養

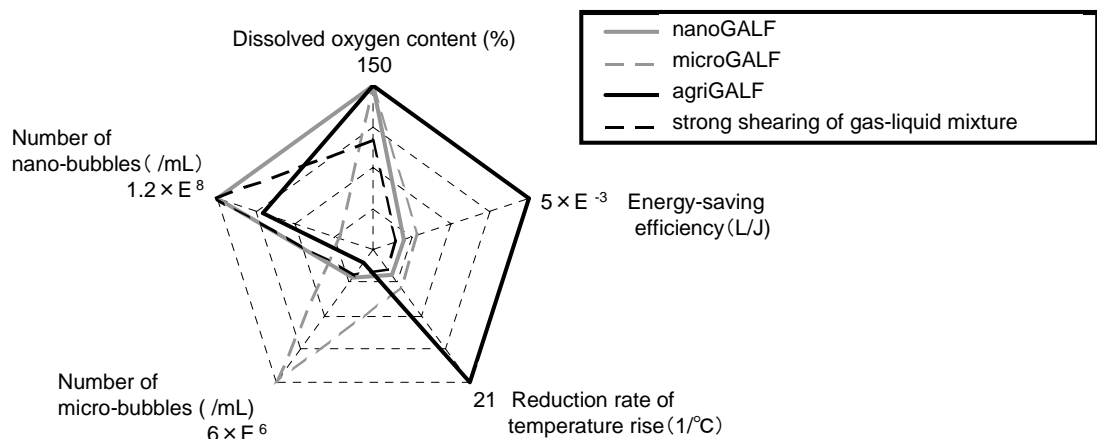


Fig.1 Comparison of various nano-bubble generator and agriGALF

液容器である。

- ・①の養液を②の agriGALF 装置へ流入、agriGALF 水が製造され①の養液容器に戻り貯蔵される。
- ・agriGALF 水は③のポンプで押し④のレタス栽培ベンチへ流入される。
- ・agriGALF 水は⑤から流出し①の養液容器に戻り、循環させる。

### 2.3 実験方法

供試栽培品にはフリルアイスレタスを使用した。対照区に水道水、処理区にagriGALF水を用いて栽培を行なった。照明は弊社高演色白色LED照明を使用しPPFD：100～170  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、明暗期比：12時間ON、12時間OFFとした。AgriGALF装置の運転は5分ON、5分OFFで24時間運転とした。水道水養液との温度差は3℃である。養液温度管理値：15～25℃、EC：1.9～2.1mS/cm、pH値：6.8（定植時）であった。

### 3. 試験結果および考察

**Fig. 3** に agriGALF 水と水道水を用いた場合の栽培日数とレタス葉部重さ（平均値）との関係を示す。また **Fig. 4** には agriGALF 水と水道水を用いた場合の栽培日数とレタス根部の長さ（平均値）の結果を示す。葉部重さ、根部長さともに agriGALF 水での栽培が優位になることが示された。播種後栽培日数 50 日目の GALF/水道水との成長差は葉部重さで 271%、根部長さで 147%の結果を得た。養液中の酸素濃度を高濃度にし、ナノバブルで提供することで葉や根の成長を促進することが示唆され、植物の成長促進に有効であると考えられる。

**Fig. 5** にレタス以外の 10 種類の葉菜類について、水耕栽培した場合の葉部重さを、agriGALF 水による成長と、水道水による成長を比較検討した図を示す。いずれの品種においても agriGALF 水の成長が優位となることが示され、agriGALF 水を用いることにより葉部重さは平均で 31.7% 向上、最大 65%の成長促進結果を示した。

### 4. 結言

今回の実験により agriGALF 装置を用いることで、レタス等の葉菜類の成長速度を大きく向上できることを確認できた。現在ナノバブルによる植物の成長促進の機構や作用の解明研究が進められており[5]、我々の植物栽培データを更に蓄積し検証することにより、そのメカニズムを明らかにできるものと考えられる。また、これら実証効果により、今後は収量アップのため、植物工場や農業応用へ広く展開されると考える。

### 参考文献

- [1] 大下誠一，混相流学会 第2回マイクロバブル・ナノバブル技術講習会，pp.1-8 (2010)
- [2] 田伏栄徳他，日本生物環境工学会 2010 年京都大会、講演要旨，pp.74-75、Sep.8-10(2010)
- [3] 藤田俊弘他，日本生物環境工学会 2011 年札幌大会、オーガナイズドセッション講演要旨(2011)
- [4] 大下誠一，private communication
- [5] 中林和重ほか，日本土壌肥料学会講演要旨集 Vol.44，pp.299 (1998)
- [6] 中林和重ほか，日本農業気象学会全国大会日本生物環境調節学会大会合同大会講演要旨，pp.452-453 (1998)
- [7] 中林和重ほか，植物工場学会視誌，Vol.11、No.1、pp.32-37 (1998)

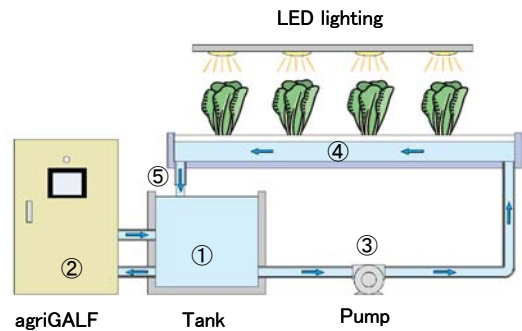


Fig.2 Schematic diagram of hydroponic system using agriGALF

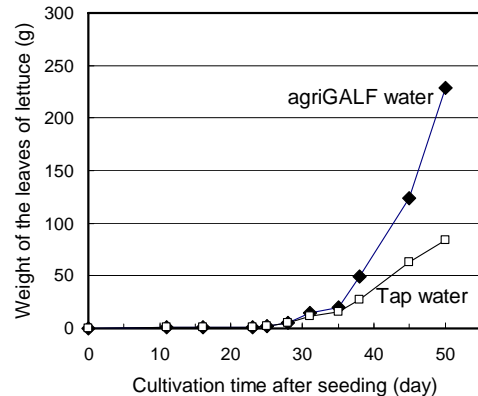


Fig.3 Growth process of lettuce leaves by different water

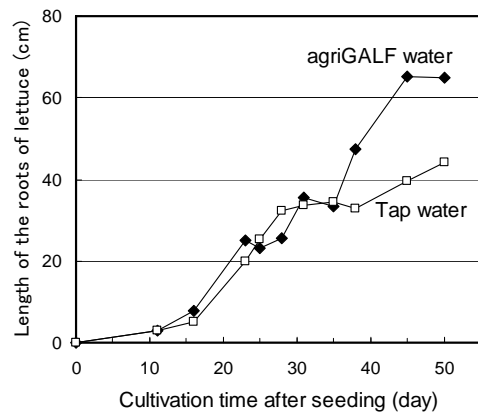


Fig.4 Growth process of roots of lettuce by different water

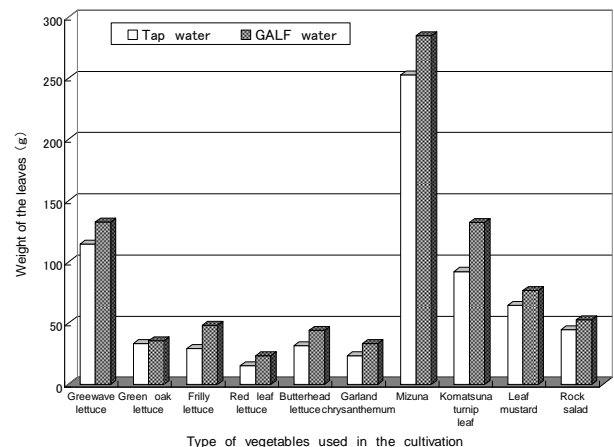


Fig.5 Difference in the rate of growth of various vegetables with different water