

特集 **とうがらし・わさび**

Ⅱ **わさび【品種・栽培】**

人工光を用いたワサビの室内水耕栽培における環境制御と採算性評価

岐阜大学応用生物科学部 教授 田中 逸夫

1. はじめに

ワサビは日本食に欠かせない香辛料であるだけでなく、各種機能性成分を含有した植物であるため医薬品の原材料としても使用されてきている。しかし、原産国日本での生産量は年々減少し、林野庁「特産林産物需給動態調査」では根茎の生産量は最盛期には2000トンであったものが現在は900トン以下となっている。そのため近年、台湾や中国など東南アジアやオーストラリア、ニュージーランドからの輸入も行われている。また、アメリカ、ヨーロッパ、カナダなどでは日本食ブームや健康食ブームによってワサビの需要は大きくなっており、これらの国々でもワサビ栽培が行われ始めている。

このような背景から筆者らは、場所や気候に影響されない閉鎖型植物工場でのワサビ栽培の可能性を検討してきた。従来、沢ワサビ栽培における生育環境については以下のようなことが指摘されてきた。

- ① ワサビは半陰性植物であるため、5月から10月にかけての露地栽培では50~70%程度の遮光が必要である
- ② 生長適温範囲は気温、水温ともに約8~18℃であり、この温度範囲以外では生長の抑制ないしは停止が起こり、高温条件では軟腐病などの病害が多発する
- ③ ワサビの根は酸素要求度が高いために、沢ワサビ栽培においては水温13℃程度が最適であり、18℃以上では必要な溶存酸素濃度が確保できず根が酸素不足によって障害を起こす

これらの点を踏まえて筆者らは人工光下での循環式水耕栽培における光強度、明期の長さ、気温、液温、養液濃度がワサビの生長に及ぼす影響を調査し、さらに採算性について検討してきたので紹

介する。

2. 栽培装置

図1に栽培装置の概略図を示した。光源には3波長域発光型昼白色蛍光灯を用い、定植パネル上50cmの高さに設置した。栽培空間外への光の漏れを減らすために、栽培装置の側面は下部10cmを除いてアルミ板で覆った。また、ファンを用いて栽培ベッド長さ方向に通風した。気温および養液温度の制御はエアコンおよび水温調節器を用いて行った。循環式水耕装置としては、幅50cm、長さ170cm、深さ5cmの大きさの栽培ベッドを使用し、ベッドの最後部に高さ4cmの堰を設置することにより水位を4cmとし、定植パネルと水面間に1cmの空気層を設けるようにした。さらに、堰をオーバーフローした液を曝気させて養液タンクに戻すようにした。ベッド上面には16穴タイプの水耕用定植パネル((株)M式水耕研究所)を2枚設置した。養液は大塚化学(株)の大塚ハウス肥料A処方により作成し、養液の管理は1~2週間毎にECとpHを計測・調整し、2~3週間毎に減少した分の養液を追加した。図2に栽

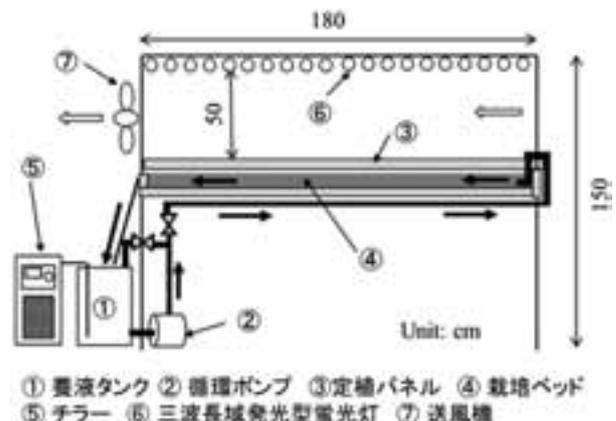


図1 栽培装置の概略図



図2 ワサビの人工光栽培（定植時の様子）



図3 葉柄の適宜収穫を行わない場合の状態

培の写真を示す。

3. 各種環境要因が生長に及ぼす影響の調査結果

これまでに行った実験結果からは、

- ① 光強度（PPFD） $60\sim 230\ \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の範囲での消費電力量当たりの生育比較では $110\ \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ が効率的である
- ② 明期 $8\sim 16\ \text{h}$ の範囲では明期に比例して生長が促進される
- ③ 気温 $16\sim 25^\circ\text{C}$ の範囲では 16°C が最も生長が良く、気温は 20°C 以下が望ましい
- ④ 養液温度が 20°C の場合は 13°C に比べて生長が極端に悪くなる
- ⑤ 大塚ハウス A 処方を用いて、養液濃度（EC）を $0.1\sim 2.0\text{dS m}^{-1}$ の範囲で異なる処理区を設けた場合の比較では、EC が大きい区ほど生長が促進される
- ⑥ 根への酸素供給促進を目的として1時間おきの間欠給液によるベッド内水位の上下（4 cm と 1 cm）操作による栽培では、液温 20°C の場合には初期生長の促進効果は見られるが、処理開始後約90日目から次第に生長が抑制されるため根茎収穫を目的とする長期栽培では問題があること

などが明らかになっている。さらに、16穴パネルを使用すると株間が約20cm であるため、生育が進むと密植状態となり株元に光がほとんど当たらなくなる（図3参照）。その結果茎頂から発生する新しい葉の成長を阻害する結果になる。そこで



図4 定植パネル面上での根茎の生育状況

葉幅10cm 以上になったものを葉柄ごと収穫することになっている。実際にこのように適宜葉柄を収穫した場合としない場合（一斉収穫）の収量比較を行った結果、適宜収穫した場合の方が株全体の収量が増加することも確認している。

4. コンテナ型植物工場での採算性検証実験

4.1 栽培装置・機器および栽培方法の概要

使用したコンテナ型植物工場は20フィートタイプ（幅2.2m、長さ6m、高さ2.2m）の冷凍コンテナ（断熱材厚さ70mm）を再利用したエスベックミック（株）製のものである。図5に栽培装置の概略を示した。栽培室の床面積は 10.6m^2 であり、栽培棚は上下2段2列となっている。水耕栽培装置はベッド内水深4 cm の循環式水耕を採用している。使用している環境制御機器の諸元を表1に、栽培環境の設定値を表2に各々示した。これらの設定値はこれまで実施してきた実験結果に

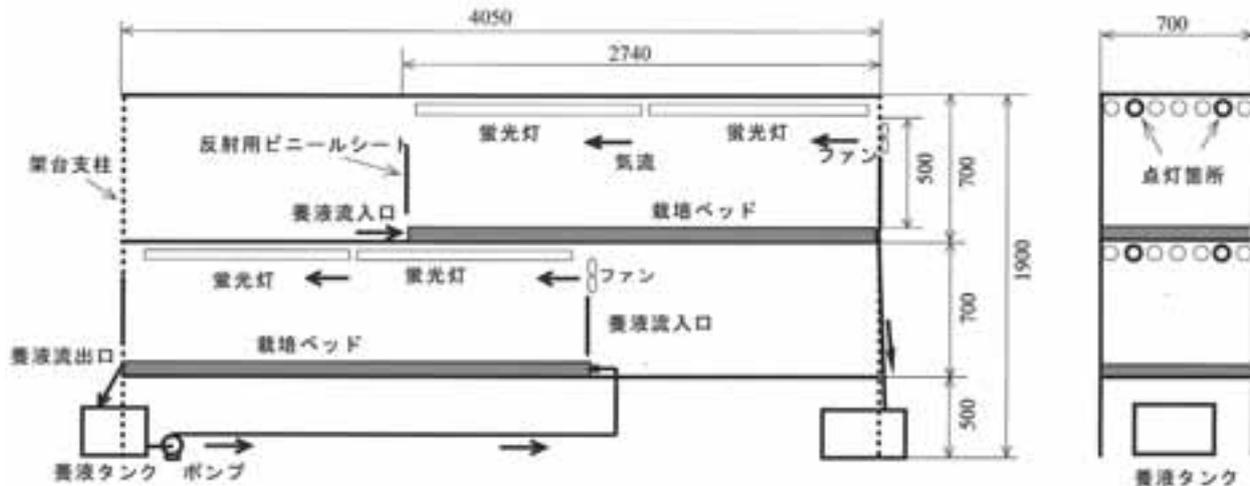


図5 コンテナ内の栽培装置の概略

表1 環境制御に使用した機器類の諸元

光源	三波長型高周波蛍光灯32W型 16本
空調機	冷房能力4.5kW 冷凍機1.1kW COP2.8
除湿機	270W×1台
養液循環ポンプ	30W×4台
軸流ファン(気流調整用)	18W×4台

表2 各種環境の設定値

PPFD	110 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (定植面平均)
明期	16時間(17時~9時)
暗期	8時間(9時~17時)
気温	18/16°C(明期/暗期)
養液温度	16~17°C
養液濃度	1.8~2.0 dS/m(EC)
相対湿度	60%
CO ₂ 濃度	700/300ppm(明期/暗期)



図6 コンテナ型植物工場での栽培風景

に基づいている。ただし、気温と湿度は16~18°C、50~65%の範囲で変動した。また、水温調節機は使用していないが、気温の影響を受けて養液温度は16~17°Cの範囲で緩やかに変化した。

養液は大塚化学(株)の大塚ハウス肥料A処方により作成し、養液の管理は1~2週間毎にECとpHを計測・調整し、2~3週間毎に減少した分の養液を追加した。

使用したワサビはダルマ系品種の組織培養苗であり、16穴定植パネルに176株定植した。栽培期間は10月から7月末にかけての約300日である。葉・葉柄の収穫は、定植後約2ヶ月目から2週間

毎に葉幅10cm以上のものを対象として葉柄の付け根から3cmの長さで行った。また同時に20cm以上の長さ達した花径の収穫も適宜行った。根茎の収穫は栽培の最後に一齐に行った。図6に栽培風景を示した。

4.2 収穫量、消費電力量および収支の試算結果

1株当りの平均収穫量は葉・葉柄410g、花径48g、根茎31gであった。本栽培装置での栽培株数は176株であるので、葉・葉柄72kg、花軸8.4kg、根茎5.5kgの収穫量であった。これらの値をもとにして生産額を算出すると、生産額の見積合計は205,000円であった。なお、単価はワサビ生産農家である“わさびの門前”のHP(<http://www.wasabiya.net>)に掲載されているものを参考にした。

一方、採算性を検討する上で必要となる消費電力は、200V電源が7,330kWh(内訳は蛍光灯

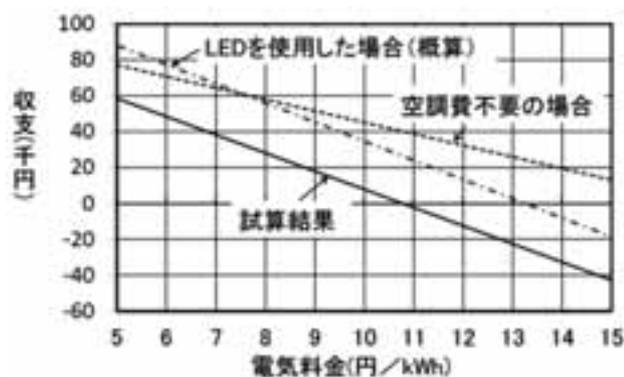


図7 収支の試算結果

3,600kWh、空調機3,730kWh)、100V 電源（除湿機、循環ポンプ、気流調整用ファンに使用）が2,800kWhであり、合計で10,130kWhであった。その他、苗代（150円×176株=26,400円）、水耕用肥料およびCO₂ガス（約10,000円）が消耗品費である。その他に必要な経費として人件費約60,000円となった。

これらの結果を基に収支式を作成し電気料金との関係で評価した結果を図7に示した。電気料金が約11円/kWhの場合にランニングコストと生産額がほぼ同じになることが分かった。日本での深夜電力利用料金は10円/kWh程度であるので、深夜電力利用は必須となる。さらに地下空間や地下水を利用した空調費が不要な場合や消費電力の少ないLEDを使用した場合には採算がとれる可能性がある。ただしこの場合でも不要となった建物の利活用をはじめとして植物工場建設費の可能な限りの削減が前提となる。

5. おわりに

人工光を用いた閉鎖型植物工場でのワサビ栽培は他の葉物野菜に比べて気温や水温を低く設定しなければならないことと成長が遅く栽培期間が長期化することに起因して消費電力が大きくなるので、可能な限り気温と液温を高めて冷房と水温調節にかかるコストを削減することや生長促進をはかる工夫が必要である。

参考文献

- 1) 木苗直秀、小嶋操、古郡三千代：ワサビのすべて。学会出版センター。東京。93-164。2006。
- 2) 足立昭三：ワサビ栽培。秀潤社。東京。45-53。1987。
- 3) 星谷佳功：ワサビ—栽培から加工・売り方まで—。農山漁村文化協会。東京。39-40。2001。
- 4) 田中逸夫、舟橋芳仁、嶋津光鑑：ワサビの人工光栽培に関する研究。Eco-Engineering.20：119-124。2008。
- 5) 田中逸夫、伊藤佳洋、篠塚真理、嶋津光鑑：ワサビの室内人工光栽培に関する研究—気温および養液温度が生長に及ぼす影響—。植物環境工学。21：175-178。2009。
- 6) 田中逸夫：完全制御型植物工場におけるワサビ生産のための環境制御法とその評価。植物工場とその照明技術。サイエンス&テクノロジー。東京。184-195。2009。
- 7) 田中逸夫：冷凍コンテナを用いた完全制御型植物工場におけるワサビの栽培および採算性評価。植物工場生産システムと流通技術の最前線。NTS。東京。343-349。2013。