

有機質肥料活用型養液栽培マニュアル

(第1版)



農研機構



野菜茶業研究所

※農研機構は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネームです。

農林水産省

新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業22009

「主要野菜の栽培に適した有機質肥料活用型養液栽培技術の実用化」

(2010～2012年)

成果集

はじめに

有機質肥料活用型養液栽培は微生物を利用することで有機質肥料の活用を可能にした新技術です。有機質肥料で栽培することにより肥料コストを削減し、従来の無機肥料を用いた養液栽培（無機養液栽培）と同様に、高品質・高収量の生産が可能です。本養液栽培は根部病害に強く、滅菌操作を必要とせず、青枯病や病原性フザリウムなどを抑えることができます。

従来の無機養液栽培と比べ、操作面で大きく異なる点が2つあります。1つ目は、栽培前に微生物を培養する工程（耕水工程）があることです（この工程は京都大学が開発した微生物資材（本文で後述）を利用することにより簡略化することができます）。耕水工程は、有機質肥料を分解する微生物群を培養するための重要なステップです。耕水工程で培養した微生物生態系は、栽培期間中に培養液に直接加えられる有機質肥料を、無機養分に分解し、作物に供給します。

2つ目は施肥管理です。有機質肥料活用型養液栽培は作物が1日に吸収し切る量の肥料を毎日培養液に加える「量的管理」という施肥管理法を採ります。栽培開始直後から2週間程度は培養液から無機養分が検出されますが、それ以後は有機質肥料をどれだけ培養液に加えても無機養分が検出されなくなります。このため、従来の無機養液栽培のようなEC管理（濃度管理）による施肥管理は適しません。無機養分が培養液から検出されなくなったからといって、どんどん有機質肥料を加えると、過剰施肥になって栽培がうまくいかなくなってしまうので注意して下さい。

本マニュアルでは、4部（初心者マニュアル、実用規模マニュアル、栽培事例、周辺技術紹介）に分けて技術を紹介します。初めて取り組む方は必ず初心者マニュアル通りの小規模栽培試験を行って下さい。小規模ですが、実用規模での栽培にも通じる基本的なノウハウが含まれており、微生物の取り扱い方、施肥管理の考え方を理解できます。いきなり大規模の栽培を行うと、何が原因で失敗したのか分からなくなるので、面倒がらずに初心者マニュアル通りの試験を行い、成功体験を積んで下さい。

実用規模マニュアルでは、主に施肥管理についてまとめています。水質、気候、栽培品種の肥料吸収特性など、様々な要因でマニュアルの条件を調整する必要があります。生産者が適宜、自らの圃場の条件、栽培目的に合わせて柔軟に対応して下さい。

実用規模栽培事例では、果菜としてイチゴ、トマト、葉菜としてミツバ、ミズナの栽培事例を紹介しています。これは府県の専門機関が開発した栽培技術の最新の報告事例です。ただし上述したように、養液栽培は様々な条件の違いに柔軟に対応する必要があります。それぞれの専門機関に相談し、自分の圃場にあった栽培条件を見つけて下さい。

周辺技術紹介では、栽培を早期に開始することができる微生物剤、有機液肥を自動で施肥する有機液肥追肥装置を紹介します。これらの資材を利用すると、有機質肥料活用型養液栽培により取り組みやすくなります。

本栽培技術は2005年に誕生し、本栽培マニュアル（第1版）発行までに9年を経過しました。土耕栽培の歴史が1万年、無機養液栽培が140年。先輩技術と比べれば、まだ生まれたての技術です。生産者のみなさんの情報提供を基に、マニュアルをさらに洗練させていく必要があります。本栽培マニュアルは、有機質肥料活用型養液栽培がさらなる進化を遂げるための契機として利用して頂き、生産者、研究者が緊密に情報を交換し、さらに優れた技術へと発展させていきたいと考えております。皆様のご協力をよろしくお願い申し上げます。

平成26年 6月

農研機構 野菜茶業研究所

篠原 信

目次

有機質肥料活用型養液栽培の基本的操作	1
1. 初心者マニュアル	2
2. 実用規模マニュアル	7
3. 栽培事例	13
(1) ミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発	14
(2) ミズナをはじめとする葉菜類の有機質肥料活用型養液栽培技術の開発	19
(3) イチゴの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発	23
(4) トマトの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発	29
4. 周辺技術の紹介	34
(1) 耕水工程を簡略化する微生物剤	35
(2) 有機液肥追肥装置の開発	36
トラブルシューティング集	39

執筆者

ミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

嘉悦佳子 (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

ミズナをはじめとする葉菜類の有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

三好博子 福島県農業総合センター

イチゴの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

種村竜太 新潟県農業総合研究所園芸研究センター

トマトの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

榊田泰宏 三重県農業研究所

耕水工程を簡略化する微生物剤

安藤晃規 京都大学

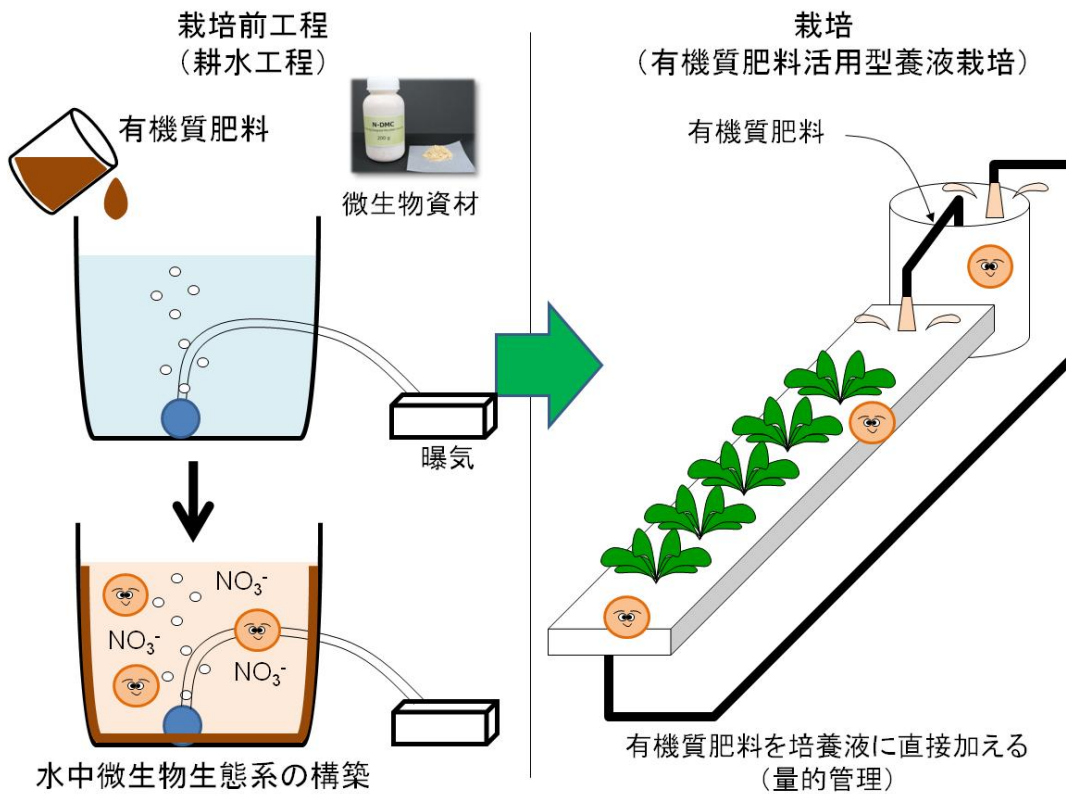
有機液肥追肥装置の開発

中村謙治 エスペックミック株式会社

有機質肥料活用型養液栽培の基本的操作、初心者マニュアル、実用規模マニュアル、トラブルシューティング集

篠原 信 農研機構 野菜茶業研究所

有機質肥料活用型養液栽培の基本的操作



栽培前工程（耕水工程）：水中でも有機質肥料を無機養分に分解できるように、微生物を培養します。土壌と有機質肥料（鰹煮汁あるいはトウモロコシ浸漬液）を加え、2～4週間曝気すると、水中微生物生態系が構築されます。微生物剤を用いると工程の期間を短縮できます。

栽培（有機質肥料活用型養液栽培）：耕水工程で培養した微生物の培養液を、養液栽培の溶液の一部として加えます（1割以上）。以後、有機質肥料を培養液に直接加えながら栽培することができます。

1. 初心者マニュアル

有機質肥料活用型養液栽培に初めて取り組む方は、必ずこの初心者マニュアル通りの試験を行って下さい。いきなり規模を大きくして試験をすると、何が原因で失敗したのか分からなくなります。必ず一度は初心者マニュアル通りの栽培を試験的に行い、成功体験を積んで下さい。

材料 (注1：主な資材入手先)

プランター (15 L 程度、50×25×20 cm 程度) (注2：プランターのサイズ)



ビニールテープや布テープを内側と外側に貼り、水漏れしないよう穴をふさぐ

発泡スチロールの板 (プランターに満たした水に浮かべる。苗を植える穴 (直径 2 cm 程度) をコルクボーラーなどで開けておく)

ウレタンマット (定植時に苗を包むもの)



土壌 (「土太郎」か「サンヨーパーク」) (注3：使用する土壌について)

鰹煮汁 (枕崎産または焼津産、ソリュブルとも呼ぶ)

有機石灰 (粒状セルカ)

水切り袋 (生ゴミ用の不織布タイプ)

タコ糸

エアープンプ (金魚のブクブク。チューブとエアーストーンがセットのもの)

天然有機カリ

<方法>

栽培前工程（耕水工程）

1. プランターに水を張り（約 15 L）、水切り袋にサンヨーパーク（あるいは土太郎）150 g（注4：微生物剤の紹介）を入れてタコ糸で口を縛り、紅茶のティーバッグのようにして水に浸す。



2. エアーポンプで水を曝気する。

3. 鰹煮汁 10 g（小さじ2杯弱）を加える。



4. 発泡スチロールのフタをして、遮光用ビニールなどで光が入らないように被覆し放置する（注5：耕水工程と温度）。



5. 硝酸イオンが検出されたら（注6：測定用試験紙）土袋を培養液から除去する（注7：操作の必要性について）。

6. 硝酸イオンの濃度が 100 mg/L 以上、アンモニウムイオンが 10 mg/L 以下が確認できたら耕水工程は終了（25℃の水温でおよそ2～3週間かかる）。耕水（耕水工程で作製した培養液）を有機質肥料活用型養液栽培用の培養液として用いることが可能である。

栽培工程

定植

1. 耕水中のアンモニア濃度が 10 mg/L 以下、硝酸濃度が 100-200 mg/L 程度であれば、耕水を有機質肥料活用型養液栽培の培養液として使用することができる（注8：肥料追加の注意）。
2. 粒状セルカ 150 g を水切り袋に入れて培養液に浸す（注9：浸漬の方法）。
3. 発泡スチロールの板に苗を植える。サラダナの苗（注10：育苗）をウレタンで優しく包み、植え穴に差し込む。発泡スチロール板をプランターに浮かべたとき、根が水に浸るようにする。この場合、1プランターに 12 株定植。



施肥管理

1. 苗を定植して 4 日後に 0.4 g の鰹煮汁を培養液に添加する（1株あたり 2 mgN）。以後は毎日、同量の鰹煮汁を添加する。
2. 苗の葉の長さが 3～4 cm に伸びたら鰹煮汁 0.8 g（1株あたり 4 mgN）を毎日添加する。（注11：鉄欠乏、12：肥料の種類）
4. 水が減ってきたら、随時補給する。
5. 定植して 1 ヶ月ほどしたら収穫。



収穫後、そのまま栽培を継続したい場合

そのまま苗を定植して同じように栽培することができる。ただし繰り返し3回以上栽培を続けると培養液の塩分濃度が高まり生育が悪くなってくるので、その場合は次のようにする。

1. 培養液に沈澱がよく混ざるよう底からよくかき混ぜ、すみやかに 5 分の 1 程度（3 L）を別の容器に取り、残りは全部廃棄する。
2. 取り分けた 3 L をプランターに戻し、水を足して満たす（計 15 L）。
3. 新たに粒状セルカ 150 g を水切り袋に入れて培養液に浸す。
4. 苗を定植して、以後、既述のように鰹煮汁を添加しながら栽培する。

サラダナ以外の作物を栽培したいとき

○葉菜（コマツナ、チンゲンサイ、ミズナなど）の場合

サラダナの時と同様。

○トマトの場合

大きな変更点が2つある。鰹煮汁の添加量を増やすこと（1株あたり1g/株/日、窒素施肥量で30～60mgN/日）と、カリウム資材を加えることである。

詳しくは以下の通り。

- ・プランターに播種後約2週間程度の苗を1株だけ定植する。
- ・鰹煮汁1g+天然有機カリ（マドラウイング社）の懸濁液（274g/L）1mLを1施肥単位とする。
- ・定植後、0.5施肥単位を培養液に毎日添加する。
- ・第一果房の果実が直径3cm程度になったら毎日0.75施肥単位を添加する。
- ・第二果房の果実が直径3cm程度になったら毎日1施肥単位を添加する。
- ・鉄欠乏の初期症状（生長点の葉の黄化）がわずかでも認められたら、新しい粒状セルカ（150g）に更新する。

注意点

（注1）主な資材入手先

土太郎：スミリン農産工業（〒490-1444 愛知県海部郡飛島村木場2-59、
TEL:0587-53-2198 FAX:0587-54-3380）

<http://www.sumirin-nousan.co.jp/aboutus/tsuchitaro.html>

サンヨーパーク：山陽チップ工業株式会社（〒751-0816 山口県下関市椋野町1丁目21-32、TEL:0832-31-0323、FAX:0832-31-8193）

<http://www.nihonbark.jp/member/0419.html>

<http://item.rakuten.co.jp/moridozou/10000000/>

e-mail: sanyo_bark@sanyochip.com

焼津産鰹煮汁（魚煮汁、ソリュブル）：協同組合 焼津水産加工センター（〒425-0065 静岡県焼津市惣右エ門1280番地の2、TEL:054(624)2111(代)、
FAX:054(623)3834）注文の最低単位は一斗缶(20kg)

<http://www.yaizufpc.or.jp/kumiai.asp>

e-mail: info@yaizufpc.or.jp

枕崎産鰹煮汁（鰹ソリュブル）：枕崎水産加工業協同組合（〒898-0001 鹿児島県枕崎市松之尾町71番地、TEL:0993-72-0229、FAX:0993-72-7994）

注文の最低単位は一斗缶(20kg)

粒状セルカ（カキガラ石灰）：JAで販売。「セルカ」は別物なので注意！

天然有機カリ（パームヤシ灰）：マドラウイング株式会社（【本社】〒319-0323 茨城県水戸市鯉淵町4212-60、TEL:029-259-7491、FAX:029-259-7492、

【北海道営業所】〒082-0075 北海道河西郡芽室町坂の上9線8号、

TEL:0155-65-2160 FAX:0155-61-5895）

<http://www.madurawing.net/index.html>

e-mail: info@madurawing.net

ウレタンマット：M式水耕研究所（〒490-1414 愛知県弥富市坂中地1-37、

TEL:0567-52-2401、FAX:0567-52-0597）

<http://www.gfm.co.jp/Netshop/6.html>

- (注2) このプランターのように水深が深めの方が曝気の効率がよくなり、水中の溶存酸素が高くなる。同じ 15L でも、水深が浅めのコンテナなどだと曝気の効率が悪く、培養液の流れも悪くなり淀みができやすく、栽培が失敗しやすくなる。ここでは水深が深めで、ホームセンター等で入手しやすいサイズのものを紹介した。
- (注3) 植物病原菌の心配がなく、耕水工程が可能なことが確認済みのものを紹介した。
- (注4) 京都大学が開発した微生物剤を代わりに用いることができる。耕水工程に必要な日数を4～7日程度に短縮できる。1 L当たり1 g程度の微生物剤を加えればよい。
- (注5) 耕水工程を終えるのに 25℃で2～3週間かかる。冬季は金魚用のヒーターで水温を 25℃に維持すれば、より確実に耕水工程を終えることができる。耕水工程での水温は 20～37℃で管理するのが望ましい。耕水工程を終えた培養液は、光の当たらない涼しい場所であれば半年以上保管することが可能である。
- (注6) 有機質肥料活用型養液栽培では、アンモニア、亜硝酸、硝酸を測定することが望ましい。測定用試験紙としてメルコクアント（メルク社）が安価に入手できる。
- アンモニア測定用：メルコクアントアンモニウムテスト（110024）
- 亜硝酸測定用：メルコクアント亜硝酸テスト(110007)
- 硝酸測定用：メルコクアント硝酸テスト(110020)
- http://www.azmax.co.jp/ent_catalog_testkit/pdf/attach_20130806_095541.pdf
- メルク社のリフレクトクアント試験紙（測定器に RQ-flex plus が必要）を用いるとより正確な数値を計測することができる。
- (注7) 土壌を培養液に浸したままだと葉菜の場合チップバーン（葉の辺縁部がコルク上になる症状）が発生しやすくなるので、必ず除去する。
- (注8) 耕水中の硝酸イオン濃度は 100～200 mg/L 程度あれば十分。よくある失敗が、さらに硝酸濃度を高めようとして鰹煮汁などの有機質肥料を追加してしまうケースである。有機質肥料を追加する行為は、脱窒（硝酸が窒素ガスとなって抜けてしまう現象）を促進するので硝酸を高めることにつながるどころか、逆に低下させることがほとんどなので、注意すること。
- (注9) 揺すらずに静かに浸す方が微量要素の溶解が進む。
- (注10) バーミキュライトを充填したセルトレイに播種し、10日ほど育苗したものをを用いる。定植前に根に付着したバーミキュライトを水洗いして落とし、ウレタンで包んで定植するとよい。
- (注11) 鉄欠乏の症状（古い葉と比べ、新しい葉の色が黄色い）が出たら粒状セルカの袋を水中で軽く揺する。葉色が葉脈から回復する。
- (注12) 肥料の種類を栽培途中で変更すると微生物生態系が壊れ、作物の生育が急速に悪化する。耕水工程で使用した有機質肥料と同じもの（この場合、鰹煮汁）を使用すること。

2. 実用規模マニュアル

ここでは実用的規模での栽培法を紹介します。施肥量は栽培時の気温、品種、地域の環境条件によって異なるので、マニュアルの数字は目安とし、適宜調整する必要があります。

具体的には品目ごとにご相談下さい。

<方法>

栽培前工程（耕水工程）

1. タンク（注1：タンクの形状）を水 200L で満たし、エアープンプ 2 台を設置（注2：エアープンプの設置法）して底から曝気する（注3：好適水温）。
2. サンヨーバーク 200 g を入れた水切り袋 5 袋（サンヨーバーク合計 1 kg）をタコ糸で口を縛り、水に浸す（注4：土壌袋の撤去）。同様に、粒状セルカ 200 g を入れた水切り袋 1 袋をタコ糸で口を縛り、水に浸す（注5：硝酸化成の促進）。
3. 鰹煮汁 100 g を加え、4 週間ほど静置する。
4. 硝酸イオンが 100 mg/L 以上、アンモニア濃度が 10 mg/L 以下になれば耕水工程は終了。（注6：耕水の保存法）

栽培工程

有機石灰浸漬液、マグネシウム資材を用いる場合（注7：微量元素の施肥方法）

トマトの場合

1. 栽培装置（注8：栽培槽の深さ、注9：配管の太さ）の培養液総量の1割（培養液総量が1トンの場合、100 L）以上の耕水を加え、水で満たす。
2. 適当なサイズの苗（播種後1ヶ月程度）を定植。
3. 1段目の果実がピンポン球大に肥大するまで、トマト1株当たりソリュブル 0.29 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.415 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）0.5 mL（注10：カリウム資材の調製法）、だいだらぼう MG 水溶液（50.7 g/L）0.5 mL（注11：マグネシウム資材の調製法）、有機石灰浸漬液（注12：微量元素資材の調製法）を毎日添加する。
4. 1段目の果実がピンポン球大に肥大したら、トマト1株当たりソリュブル 0.44 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.62 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）0.75 mL、だいだらぼう MG 水溶液（50.7 g/L）0.75 mL、有機石灰浸漬液を毎日添加する。
5. 2段目の果実がピンポン球大に肥大したら、トマト1株当たりソリュブル 0.585 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.83 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）1 mL、だいだらぼう MG 水溶液（50.7 g/L）1 mL、有機石灰浸漬液を毎日添加する。以後は施肥をこの条件で続ける（注13：施肥量）。

葉菜（レタス、チンゲンサイ、ミズナ、ミツバ）の場合

1. 栽培装置の培養液総量の1割（培養液総量が1 tの場合、100 L）以上の耕水を加え、水で満たす。
2. 適当なサイズの苗（レタスの場合、播種後10日程度）を定植。
3. 葉長が4 cm未満の間は、1000株当たりソリュブル19.3 g、CSL 27.4 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）33 mL、だいだらぼう MG水溶液（50.7 g/L）33 mL、有機石灰浸漬液を毎日添加する。
4. 葉長が4 cmを超えたら、1000株当たりソリュブル38.6 g、CSL 54.8 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）66 mL、だいだらぼう MG水溶液（50.7 g/L）66 mL、有機石灰浸漬液を毎日添加する。以後は施肥をこの条件で続ける。

発酵石灰液を用いる場合

トマトの場合

1. 栽培装置の培養液総量の1割（培養液総量が1 tの場合、100 L）以上の耕水を加え、水で満たす。
2. 適当なサイズの苗（播種後1ヶ月程度）を定植。
3. 1段目の果実がピンポン球大に肥大するまで、トマト1株当たりソリュブル0.29 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.415 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）0.5 mL、発酵石灰液（注14：発酵石灰液の作成法）5 mLを毎日添加する。
4. 1段目の果実がピンポン球大に肥大したら、トマト1株当たりソリュブル0.44 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.62 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）0.75 mL、発酵石灰液7.5 mLを毎日添加する。
5. 2段目の果実がピンポン球大に肥大したら、トマト1株当たりソリュブル0.585 g、コーンステーパーリカー（CSL）0.83 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）1 mL、発酵石灰液10 mLを毎日添加する。以後は施肥をこの条件で続ける（注15：施肥量）。

葉菜（レタス、チンゲンサイ、ミズナ、ミツバ）の場合

1. 栽培装置の培養液総量の1割（培養液総量が1 tの場合、100 L）以上の耕水を加え、水で満たす。
2. 適当なサイズの苗（レタスの場合、播種後10日程度）を定植。
3. 葉長が4 cm未満の間は、1000株当たりソリュブル19.3 g、CSL 27.4 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）33 mL、発酵石灰液333 mLを毎日添加する。
4. 葉長が4 cmを超えたら、1000株当たりソリュブル38.6 g、CSL 54.8 g、天然有機カリ浸漬液（200 g/L）66 mL、発酵石灰液666 mLを毎日添加する。以後は施肥をこの条件で続ける。

その他、全般的な注意

培養液管理・・・栽培を開始すると、多くの場合、約2週間で培養液から硝酸などの養分が検出されなくなる。従って、ECメータによる培養液管理はできないので注意する。従来の無機養液栽培のように、一定の硝酸濃度を維持しようとして施肥量を増やす方法は濃度管理と呼ばれる施肥管理法であり、有機質肥料活用型養液栽培には適さない。本栽培技術の施肥は量的管理（1日に吸収し切る量の施肥管理）で実施するので、決して濃度管理の発想を本栽培に持ち込まないよう、注意する必要がある。

植物ごとの施肥量：トマトは果実が肥大するまでは1株当たり毎日30 mgNの窒素を吸収し、第1果房の果実がピンポン球大に肥大したら45 mg N、第2果房の果実がピンポン球大に肥大して以降は60 mg Nを吸収するので、生育ステージに合わせて施肥量を増やす。

葉菜（レタス、チンゲンサイ、ミズナ、ミツバ）は葉長が4 cm未満の間は1株当たり毎日2 mg N、4 cmを超えると4 mgNを吸収するので、生育ステージに合わせて施肥量を調整する。

過剰施肥を回避するために（濁度管理）：施肥量が過剰になると根に付着するバイオフィルムが異常発達し、そのために根が酸欠状態となって生育が悪化する。このため、本栽培技術では過剰施肥に注意する必要がある。

過剰施肥を回避するには、培養液の濁りを観察することが最も容易である。毎日行う施肥の直前に、培養液を直径10 cm（2 Lのペットボトルの真ん中を切ってコップ状にしたものが適当）程度のコップに採取し、向こうのマジックの線が確認できるかどうかで培養液の濁りを確認することができる（下写真）。前日と比べて濁りが強まっていると思われたら、その日の施肥を休むか、施肥量を減らす。



施肥直前の培養液。容器の向こう側のマジックの線が透けて見える。



施肥して3時間後の培養液。肥料を分解する微生物が増殖し、培養液が濁るため容器の向こう側のマジックの線が見えない。施肥が適量であれば、翌朝には上の写真のように培養液が透明に戻る。

分光光度計という装置を利用できる場合は、培養液の濁度が施肥直前で 600 nm の波長で吸光度 0.05 以下になるよう管理する。これを超える場合は施肥量を減らすか、その日の施肥を休む。

過剰施肥を回避するために（培養液管理）：施肥量が適切であれば、栽培開始 2 週間後には培養液から硝酸やアンモニアが検出されなくなる。過剰施肥の場合、栽培途中でもアンモニアが検出される。その場合はその日の施肥を休む。

培養液が濁った場合：培養液の濁りが消えない現象は、上述のように過剰施肥のケースの他に、何らかの原因で植物の元気がなく、肥料吸収力が低下しているケースや、培養液の溶存酸素が不足しているケースが考えられる。培養液の濁りが施肥の翌日になっても消えない場合は、これらのトラブルがないかチェックすること。

培養液は循環式：有機質肥料活用型養液栽培では、培養液を循環させること。かけ流し式だと微生物が失われてしまい、有機質肥料が分解できなくなる。

水流ポンプの間欠運転：10 分ずつ水流ポンプを間欠運転にするなどの措置を執る場合は培養液タンク内で有機質肥料が腐敗するのを防ぐため、培養液タンクにエアポンプを設置し、培養液を曝気すること。

培養液の希釈：塩分濃度の高い有機質肥料を用いると、塩分が培養液内に残留して EC が 2.0 mS/cm を超えることがあり、生育が悪化する。この場合は 3 ヶ月に 1 回程度培養液の半分から 9 割程度を廃棄し、新しい水を添加して希釈する。廃棄する培養液には肥料成分（硝酸イオンやリン酸イオン）はほとんど含まれないので、環境に負荷を与える心配はない。

注意点

- (注 1) 耕水工程を行うタンクはスイコータンク(MH-200、黒)のように縦長のものの方が曝気の効率がよい。
- (注 2) エアーストーンは分散させず、底の一カ所から曝気するようにすると対流が起き、耕水工程が早く完了する傾向がある。
- (注 3) 水温が低くなる季節はヒーターを入れるのが望ましい。熱帯魚用のヒーターが比較的安価で手に入る。水温は 25℃以上とする。水温が 37℃を超えない限り、夏場でも特に冷却の必要はない（耕水工程の望ましい水温は 20～37℃）。
- (注 4) 亜硝酸あるいは硝酸が検出され始めたらサンヨーバークを入れた袋を除去する。特に栽培を開始して以後も土壌袋を浸漬したままだと葉にチップバーン現象が現れるなど、悪影響が出る恐れがあるので、耕水工程で亜硝酸ないし硝酸が検出され始めたら除去する。
- (注 5) 大量の耕水を作製しようとする、亜硝酸までの分解で足踏みし、なかなか硝酸生成が進まない時期が長くなることがある。粒状セルカを 1 g/L 加えることで耕水工程をスムーズに進めることができる。

(注6) 耕水工程終了後は、エアープンプ1台で曝気だけ継続すれば、半年以上保存が可能である。耕水に光が当たらないよう、遮光に気を付けること。

(注7) 微量元素 (Ca, Mg, Zn, Mn, B, Mo, Fe) を補う方法として、本マニュアルでは2つの方法を解説している。「有機石灰浸漬液、マグネシウム資材を用いる場合」では、ノウハウの蓄積がある有機石灰浸漬液を用いる方法を示している。ただしこの方法ではマグネシウムが不足しがちなため、マグネシウム資材で補う必要がある。

「発酵石灰液を用いる場合」は比較的最近開発された方法である。微量元素のバランスがよく、発酵石灰液だけでNPK以外の微量元素の全てを補うことができるが、今後、マニュアルの改訂で適切な施肥量が増減する可能性がある。

(注8) 栽培装置はDFT (湛液水耕) の装置を利用し、NFT (薄層水耕) のように給水する。NFTの栽培装置を用いると栽培槽が浅いため、発達した根が水をせき止めると培養液があふれる恐れがある。DFTの栽培装置でDFTのように湛液で栽培すると、水中の溶存酸素が不足し、根の活性が低下する恐れがある。ここではM式水耕株式会社「とり」を使用した事例を紹介している。

(注9) 使用する配管は内径13mmの塩ビ管より太いものを利用する。バイオフィーム (微生物群集構造) が管の内壁に形成され、細い流路だと目詰まりする恐れがある。

(注10) 天然有機カリ (マドラウイング社) の粉状、粒状のいずれを使用してもかまわない。200gを水に浸して1Lとし、その上澄みを使用する。

(注11) だいだらぼうMG (マドラウイング社) は27%が可溶性苦土(MgO)のマグネシウム資材。

入手先: マドラウイング社 <http://www.madurawing.net/daidarabou.html>

やや水に溶けにくく、沈澱もできやすいため、50.7g/Lの保存溶液を作製する場合は、施肥前によく混合してから施肥分を採取する。

(注12) 有機石灰浸漬液はNPK以外の微量元素 (Ca, Mg, Zn, Mn, B, Mo, Fe) を補う目的で加える。ただしマグネシウムが溶解しにくいので、注8にあるようにマグネシウム資材を補う必要がある。

有機石灰浸漬液の作製法: トマト1株当たり100gの粒状セルカをバケツなどの容器にとり、その2倍容の水に懸濁し、3~7日間、日陰で静置する。定植時にその上澄み全量を培養液に添加する。その後は栽培装置の培養液を加えて2倍容とし、一晩静置して翌日上澄み全量 (少し沈澱のカスが混入してもかまわない) を培養液に添加する、という操作を繰り返す。水道水よりは栽培中の培養液を加える方が微量元素がよく溶解する。

葉菜 (レタス、チンゲンサイ、ミズナ、ミツバなど) の場合は1株当たり10gの粒状セルカの計算で有機石灰浸漬液を作製する。

有機石灰浸漬液の更新は、上清の褐色が薄くなるか、沈殿に貝殻の破片が目立つようになったときに行う。あるいは成長点の葉色が薄くなってきた場合(黄化、鉄欠乏の症状)などにも速やかに更新する。

一般に栽培本数が多くなると粒状セルカの量を減らすことができる(トマト100株以上:100株当たり粒状セルカ1kg)。ただし微量元素が早く失われるので、更新回数が増える(1ヶ月に1回程度)。

有機石灰浸漬液の添加は他の肥料よりも先に添加すること。浸漬液に含まれる微量元素は不溶化しやすく、他の肥料の後に添加すると反応して水に溶けない沈澱となり、要素欠乏症が出る恐れがある。

(注13) この時点での1日当たり施肥量は、トマト1株当たり60 mgN, 32.5 mgP₂O₅, 93.62 mgK₂O, 13.69 mg MgOとなる。ちなみに大塚A処方のバランスは、窒素量をそろえると60 mgN, 27.38 mgP₂O₅, 93.4 mgK₂O, 13.69 mg MgO。

(注14) 発酵石灰液にはCaが約5000 mg/L、Mgが約1000 mg/L、鉄が2~10 mg/L溶解しており、NPK以外の微量元素を補うのに適している。

発酵石灰液の作製法:カキ殻石灰(セルカ(JA)など)100gに廃糖蜜(黒砂糖(粉末)で代用可能)10g、水135mLを加え、室温で1週間静置し、上澄み約100mLを別容器に取り分ける。以後、廃糖蜜10g、水100mLを加えて1週間に2回(3~4日間隔)上澄みを別容器に取り分ける。この上澄みが発酵石灰液。上澄み採取は30~60回程度行うことができる(100gの有機石灰からトータルで3~6リットルの発酵石灰液が採取できる計算)。冷暗所で長期に保存することが可能。しばらく発酵が進むので、容器のフタをゆるめてガスが抜けやすくなるように注意すること。トマト1株当たり毎日5~10mL、葉菜(レタス、ミツバ、ミズナなど)1株当たり毎日0.3~0.6mLを与えると、微量元素(NPKを除く元素)を補うことができる。

※廃糖蜜の入手先:

IPM 資材館、廃糖蜜(Molasses-Agri) <http://www.ipm.vc/product/118>
24kgで4000円。

(注15) この時点での施肥バランスは、およそ60 mgN, 32.5 mgP₂O₅, 93.62 mgK₂O, 51.5 mgCaO, 9.29mg MgOとなる。大塚A処方のバランスは、窒素量をそろえると60 mgN, 27.38 mgP₂O₅, 93.4 mgK₂O, 52.47 mgCaO, 13.69 mg MgO。

3. 栽培事例

(1) ミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

嘉悦 佳子

(2) ミズナをはじめとする葉菜類の有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

福島県農業総合センター

三好博子

(3) イチゴの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

新潟県農業総合研究所園芸研究センター

種村 竜太

(4) トマトの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

三重県農業研究所

梶田泰宏

(1) ミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

研究員 嘉悦 佳子

はじめに

篠原ら(2006年)は、有機質肥料を施用した養液栽培技術を開発した。この栽培技術は、価格の高騰が問題となっている化学肥料の代わりに安価な有機質肥料を養液栽培に利用できるため、注目されている。そこで、本研究では、大阪府で広く養液栽培されているミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発を試みた。また、養液栽培の葉菜類には硝酸イオンが多く含まれると報告があり、低減化が求められているため、養液栽培においてアミノ酸態窒素を主成分とする有機質肥料施肥がミツバの硝酸イオン濃度に及ぼす影響を検討した。

材料・方法

ウレタンマットにミツバ‘先覚’(株式会社柳川採種研究所)を2012年5月7日および5月21日に播種した。立枯病と根腐病対策として播種前日に種子の殺菌を行った。播種後、人工気象器内で育苗して、発泡スチロールパネル(W590×D890)1枚につき77ブロックずつ2012年5月28日および6月11日に定植し、循環型湛液水耕栽培を行った(写真1)。なお、試験区の水量は栽培槽と貯水槽でそれぞれ約1tであり、合計約2tであった。

有機質肥料活用型養液栽培を行った有機区では、有機質肥料の一種であるコーンステイプリカー(大塚オーガニック 332 (N:P:K=3:3:2)(大塚アグリテクノ株式会社))を施肥した。有機区には、2012年5月28日に0.25 g/Lの微生物剤(大和化成株式会社)を添加し、2012年5月28日から29日にかけて培養液中の硝酸イオン濃度が約100 ppmとなるように元肥を貯水槽に添加した。その後、2012年6月1日から1日1株当たりの窒素量が4 mgになるように追肥を行った。また、培養液のECが約2.4 dS/mを維持するように化学肥料(大塚ハウス1号(N:P:K=10:8:27)および大塚ハウス2号(N:P:K=11:0:0)(大塚アグリテクノ株式会社))を施肥した慣行栽培である対照区を設けた。施肥は、エスペックミック株式会社製の有機液肥追肥装置を使用した(写真2)。

対照区のミツバの葉柄長が販売規格(約25 cm~30 cm)に達した2012年7月2日および7月13日に収穫を行い、収量調査と内容成分含量を測定した。

結果・考察

栽培期間中、温室内では最低気温が約20℃で最高気温が30~35℃で推移し、培養液温は25~30℃で推移した。培養液中のpHは、栽培開始時に有機区では約7で対照区では約6であり、両試験区とも栽培期間中に低下し栽培終了時に約4であった(図1)。培養液中

の EC は、有機区では約 0.4 dS/m を、対照区では約 2.4 dS/m を維持した (図 1)。培養液中の硝酸イオン濃度は、有機区では栽培初期に約 200 ppm であり、栽培期間中に低下し、栽培終了時には検出されず、対照区では栽培期間を通して 800~1,200 ppm を推移した (図 2)。培養液中の亜硝酸イオン濃度は、有機区では栽培初期に約 40 ppm であり、栽培期間中に低下し、栽培終了時には検出されず、対照区では栽培期間を通して検出されなかった (図 2)。培養液中のアンモニウムイオン濃度は、栽培期間を通して有機区では 5~15 ppm を、対照区では 10~25 ppm を推移した (図 2)。培養液中の溶存酸素濃度は、栽培期間を通して両試験区の栽培槽および貯水槽ともに 6 ppm 以上であり栽培には問題がなかった。

1 作目のミツバについて、有機区の草丈は対照区と同等に推移し、両試験区の生育は同等であり、収穫物の外観品質も同等であった。収量調査の結果 (表 1)、草丈、根長、地上部新鮮重、根部乾物重および収量について有機区で対照区と同等であり、葉色を示す SPAD 値は対照区より有機区で高かった。内容成分含量は、葉身および葉柄の各部位ともに硝酸イオン濃度は対照区より有機区で高く、アスコルビン酸含量は有機区で対照区と同等であった (表 1)。

2 作目のミツバについて、有機区の草丈は対照区と同等に推移し、両試験区の生育は同等であり、収穫物の外観品質も同等であった。収量調査の結果 (表 2)、草丈、根長、地上部新鮮重、地上部乾物重、根部乾物重および収量について有機区で対照区と同等であり、葉色を示す SPAD 値は対照区より有機区で高かった。内容成分含量は、葉身および葉柄の各部位ともに硝酸イオン濃度は対照区より有機区で高く、アスコルビン酸含量は有機区で対照区と同等であった (表 2)。

実施する上での注意事項

(注 1) 研究の結果、培養液温が 37℃を超えたり 20℃以下の低温になると、微生物の働きが落ちて硝化が進みにくくなるので注意が必要である。本研究では、夏季の高温時には培養液を冷やすチラーを、冬季の低温時にはヒーターを使用して栽培を行った。

(注 2) 本研究中には、栽培中にアンモニウムおよび亜硝酸イオンが高濃度になり、作物の根部が傷害を受け生育が止まったことがある。そのため、培養液中のアンモニウム、亜硝酸イオンおよび硝酸イオンの濃度を知ることは、野菜を栽培するために非常に重要である。そこで、本研究では、安価で正確に測定することができる RQ フレックスとリフレクトクアント試験紙 (メルク社) を使用し、1 週間に 1 度、測定した。また、このような事態を防ぐためには、アンモニウムおよび亜硝酸イオン濃度が高くなった場合、硝化を促進させるための微生物剤 (大和化成株式会社) を添加して、よく循環すると硝化が進むことがわかっている。

(注 3) 本研究では、エスペックミック株式会社の開発した有機液肥追肥装置を使用し、1 日 12 回と小まめに施肥した。本研究中には、1 日に 1 回にまとめて施肥した場合、硝化の効率が悪化して、生育が遅れたことがある。

(注4) コーンステーパーリカーのみの施肥では、微量元素が不足するため、本試験では大塚ハウス5号(大塚アグリテクノ株式会社)を添加した。

まとめ

本研究により、ミツバの有機質肥料活用型養液栽培技術を開発することができた。この技術で得られた収穫物は外観品質も内容成分であるアスコルビン酸含量も慣行栽培と同等であり、葉色は慣行栽培より優れることが明らかとなった。また、低減化が求められている収穫物中の硝酸イオンについては慣行栽培に比べ、有機質肥料活用型養液栽培により低減することが明らかとなった。しかし、今後の技術普及に関しては、生産者の栽培法は多種多様であるので、想定外の問題が起きる可能性があり、今後も研究を持続し、本技術を導入した生産者にはフォローを続ける必要がある。



写真1 栽培状況(平成24年7月2日撮影)



写真2 液肥自動添加装置(左:ORG3、右:ORG4)

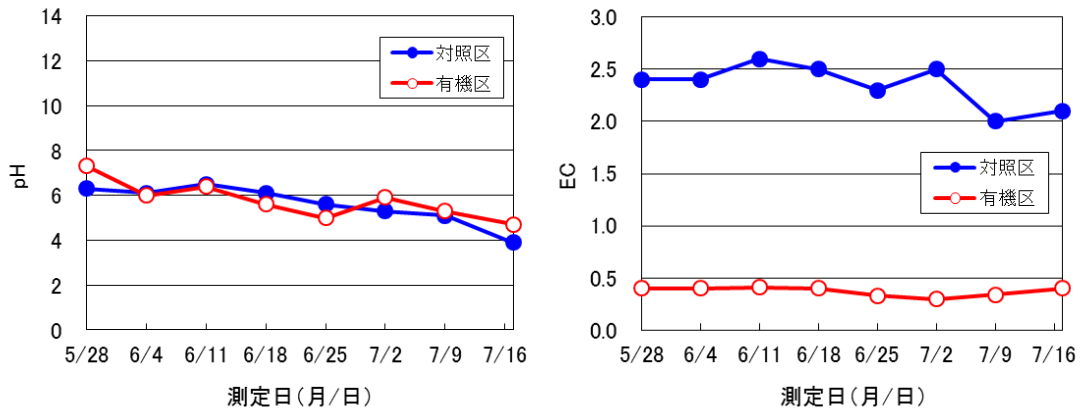


図1 培養液中の pH および EC の推移

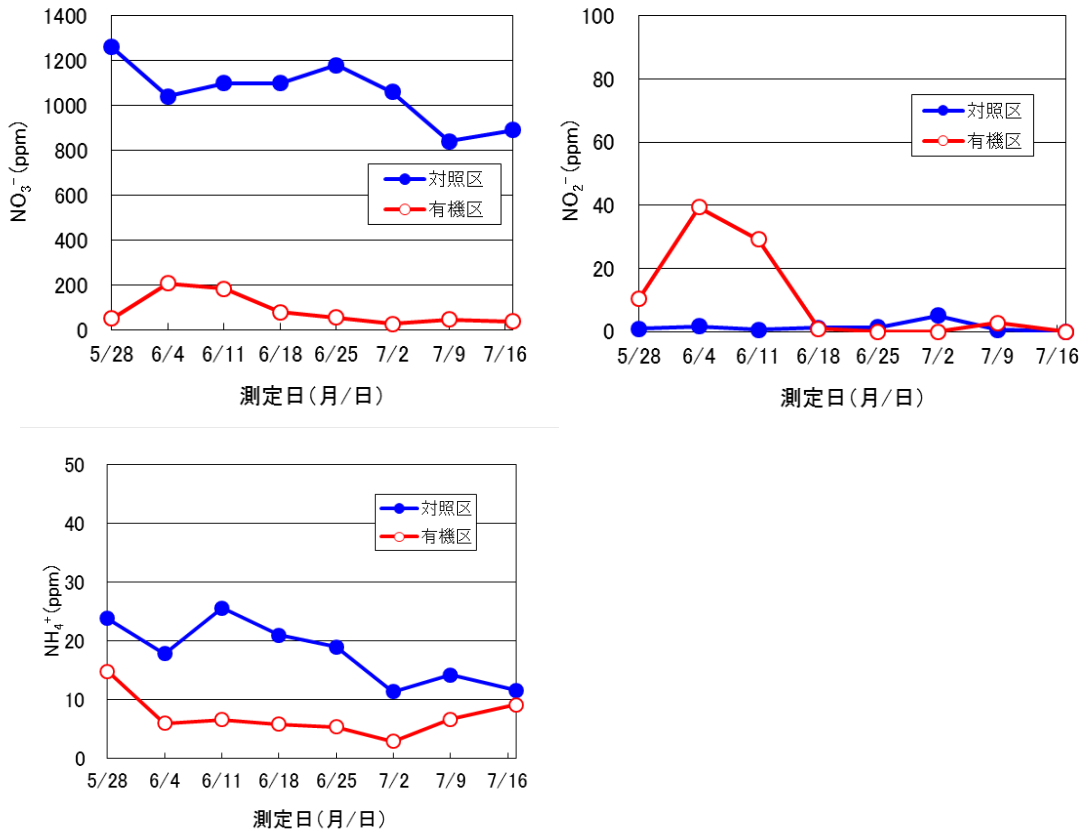


図2 培養液中の硝酸イオン、亜硝酸イオンおよびアンモニウムイオン濃度の推移

表 1 1 作目の収量調査および内容成分含量測定結果（平成 24 年 7 月 2 日収穫・調査）

		対照区	有機区	
草丈	(mm)	291 ± 4.9	287 ± 8.4	NS
根長	(mm)	196 ± 9.0	201 ± 8.8	NS
SPAD		34.7 ± 0.5	37.8 ± 0.5	**
地上部新鮮重	(g/株)	24.6 ± 1.7	23.1 ± 1.1	NS
地上部乾物重	(g/株)	1.68 ± 0.08	1.32 ± 0.10	*
根部乾物重	(g/株)	0.49 ± 0.02	0.44 ± 0.01	NS
硝酸イオン濃度	葉身 (mg/kgFW)	2211 ± 64	1875 ± 32	**
	葉柄 (mg/kgFW)	5467 ± 259	4296 ± 268	**
アスコルビン酸含量	葉身 (mg/100gFW)	181 ± 2.7	179 ± 5.1	NS
	葉柄 (mg/100gFW)	25 ± 1.2	25 ± 0.6	NS
1パネル(W590×D890)あたりの収量	(g)	1894 ± 129	1775 ± 88	NS

注) 平均値±標準誤差。**: 1%水準で有意、*: 5%水準で有意、NS: 有意差なし。

表 2 2 作目の収量調査および内容成分含量測定結果（平成 24 年 7 月 13 日収穫・調査）

		対照区	有機区	
草丈	(mm)	266 ± 4.5	255 ± 3.4	NS
根長	(mm)	150 ± 3.1	153 ± 4.8	NS
SPAD		32.9 ± 0.4	37.3 ± 0.2	**
地上部新鮮重	(g/株)	19.2 ± 1.2	17.6 ± 0.6	NS
地上部乾物重	(g/株)	1.26 ± 0.08	1.21 ± 0.04	NS
根部乾物重	(g/株)	0.43 ± 0.01	0.44 ± 0.01	NS
硝酸イオン濃度	葉身 (mg/kgFW)	1916 ± 65	1341 ± 61	**
	葉柄 (mg/kgFW)	4532 ± 187	2773 ± 101	**
アスコルビン酸含量	葉身 (mg/100gFW)	123 ± 1.0	126 ± 3.9	NS
	葉柄 (mg/100gFW)	27 ± 1.9	26 ± 0.6	NS
1パネル(W590×D890)あたりの収量	(g)	1479 ± 95	1356 ± 48	NS

注) 平均値±標準誤差。**: 1%水準で有意、*: 5%水準で有意、NS: 有意差なし。

問い合わせ先

大阪府立環境農林水産総合研究所 食の安全研究部 園芸グループ

代表番号 TEL: 072-979-7057

(2) ミズナをはじめとする葉菜類の 有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

福島県農業総合センター

(現 福島県農中農林事務所須賀川農業普及所)

三好博子

はじめに

養液栽培はメリットとして作業性や回転の良さが挙げられるが、食味等については一部で土耕栽培のものより劣るとの評価もある。また、葉菜類では植物体中の硝酸に対する健康への懸念から硝酸濃度を低減させる技術が求められてきた。さらに近年、化成肥料価格が高騰し不安定な動きをみせており、無機肥料を用いてきた従来の養液栽培には厳しい状況が続いている。一方、養液栽培では利用されることのなかった有機質肥料は、原料となる食品や作物の残渣等は毎日大量に発生している。本技術は有機物を活用した養液栽培が可能な技術であり、化成肥料の代替として食物残渣等の地域資源を有機質肥料として利用できる可能性がある。併せて、食味や品質についても化成肥料のものと差別化が期待される。

様々な理由から土壌による農業生産ができない場所では、養液栽培は重要な生産手段であり、本技術はその選択肢の幅を広げるものと考えられる。

これまで当センターではNFTシステムによりミズナを中心とした葉菜類の栽培試験に取り組んできた。はじめに約16m規模の栽培槽で行ったミズナ栽培について紹介し、考察のなかで様々な試験から得られた知見をまとめる。

材料・方法

<材料>

供試品目：ミズナ‘早生千筋京水菜’（丸種）

装置：・ナッパーランド（MKV ドリーム株式会社・NFT+毛管水耕システム）

ライン長：約16m 水量：約200L

*水口は樋からオーバーフローする形（写真1）に改修し、併せて栽培ベット上防根透水シートの下に給水シート（ジャームガード）を敷いた。

- ・水温冷却装置
- ・水中ポンプ（タンク内に横倒しに設置し水を攪拌するもの）

肥料：ソリュブル（N6%）（鰹煮汁、焼津水産加工センター）（窒素含量約60mgN/g）、粒状セルカ（JA）、ネオライム（研農）、天然有機カリ（マドラウイング社）、キレート鉄（和光純薬）



写真1 ナPPERランド水口



写真2 ミズナの栽培試験

<方法>

○ソリュブル区

1. 耕水（有機質肥料を分解する微生物の培養液）を準備する。初めて栽培するときは微生物剤（京都大学から提供）から耕水を作成する（この試験では前作の培養液をそのまま使用）。水 1L に対して種菌 0.5 g、ソリュブル 0.2 g を添加し、曝気しながら冬期間は 25～26℃ヒーターをいれ放置する。微生物剤の働きにもよるが、24 年 5 月に行った試験では 6 日程度で亜硝酸が消え耕水が完成した。
2. 栽培装置で培養液を作成する。用水（養液栽培内を流れる水）に耕水を約 0.1 g/L（200 L に対して 20 L の耕水）、ソリュブル 0.5g/L（200 L に対して 100 g）を投入し、曝気を兼ねて培養液を栽培装置内で循環させた。早ければ 5 日程度で、遅くとも 10 日程度で亜硝酸が消え、定植可能な培養液となった。
3. 有機石灰浸漬液を作成しておく。粒状セルカ 800 g、ネオライム 200 g を入れたバケツに 2 L となるように水（この場合、栽培装置の用水から分取）を添加し良くかき混ぜ数日間静置する。
4. カリ浸漬液を作成しておく。天然有機カリ 1 kg に対して 10 L の水を入れ、良くかき混ぜ数日間静置する。
5. 定植 4 日後から施肥を開始する。①有機石灰浸漬液（定植 4 日後、5 日後に 2 日間施用し、葉色（生長点が黄化しないか）を見ながら約 1 週間間隔で施用） ②ソリュブル 4 mgN /株/日 ③カリ浸漬液を施用したソリュブル重量の半量（たとえばソリュブル 1 g を添加する場合はカリ浸漬液を 0.5 mL）の順に施用する。鉄欠乏の症状が見られる場合は、これらの肥料よりも先にキレート鉄 1 g（その後は葉色をみながら約 1 週間間隔）で施用する。有機石灰浸漬液を施用後、20 分程度経過してからソリュブルを施用するようにする。有機石灰浸漬液は投入した量と同量の培養液（栽培装置内の培養液）をバケツに戻し、良くかき混ぜておき次回施用の準備をしておく。
6. ソリュブル及びカリ浸漬液の添加量は生育に合わせて順次増やしていく。但し、水の濁りや泡立ちがみえたら控える。

7. ソリュブル区は施用量を変えて、化成肥料区と同量の窒素を施用した区（栽培期間中で 54 mgN/株施用）と 3 割程度多く施用した区（栽培期間中で 71 mgN/株施用）の 2 区を設けた。今回の栽培では 1 ラインあたり 1,204 株定植し、どちらの区にもキレート鉄 1g を定植 4・11・19 日後に施用し、有機石灰浸漬液を定植 4・11 日後に施用した。化成肥料区と同量の窒素を施用した区にはソリュブル 1,380g、カリ浸漬液 640mL 施用した。3 割程度多く施用した区にはソリュブル 1,847 g、カリ浸漬液 873 mL 施用した。ソリュブルとカリ浸漬液は同時に施用し、ソリュブルは濁り等を確認しながらほぼ毎日～2 日間隔で施用した。

○化成肥料区

対照として化成肥料区（栽培期間中で 54 mgN/株施用）を設けた。肥培管理はソリュブル添加時に園試処方によりソリュブル(54 mgN/株)区と同量の窒素が投入されるよう日施用した。

なお、各試験区とも 24 年 8 月 21 日に播種、8 月 31 日に定植した。育苗方法はロックウール粒状綿（バイドン）に播種し、化成肥料（園試処方 1/3 単位）を散布しながら育苗した。収穫は 9 月 24 日に行い、生育量等を調査した。

結果・考察

<結果>

ソリュブル区では化成肥料区より 3 割程度多く窒素を施用することで化成肥料と同等の収量が得られた（表 1）。

区名	葉数		葉長		葉色		重量	
	(枚)		(cm)		(SPAD値)		(g)	
ソリュブル(54mgN/株)	12.9±2.0	a	35.5±0.7	a	20.5±1.0	b	30.8±1.4	a
ソリュブル(71mgN/株)	14.6±3.4	a	37.6±1.0	b	21.5±1.7	ab	36.1±2.8	b
化成肥料(54mgN/株)	15.9±3.1	a	36.3±0.5	ab	18.5±0.6	a	35.3±2.7	b

英小文字は、Tukeyの多重検定により同じ英小文字間に有意差がないことを示す。

<考察>

ミズナの試験栽培で培養液中の肥料要素の推移をみたところ、有機質肥料では化成肥料に比べ鉄の濃度が特に低く推移した。そこでキレート鉄を施用することでより安定した葉色の生産物を得ることができた。また定植直前の培養液中の全窒素濃度は計算上の約半分であった。このため、栽培初期により窒素濃度の高い培養液を作成できるかどうか今後の課題となる。ただし、有機質肥料を大量に添加すると硝酸化成が進まなくなるので注意が必要である。

また、有機質肥料の施用方法については、同じ量の有機質肥料を施用する場合、全量朝 1 回・全量昼 1 回・全量夕 1 回・朝昼夕 3 回分施の 4 区の施用方法で比較したところ、収穫

時の重量は、朝昼夕 3 回分施 > 全量夕 1 回 > 全量昼 1 回 > 全量朝 1 回という傾向が見られた。

以上、ミズナの試験栽培結果について記載したが、これまでに行った他の試験結果より品目や有機質肥料の種類により生育及び品質には差が生じることがわかった。品目による差を検討するためコマツナ、ミズナ、レタス、ホウレンソウ、葉ネギ等を試験栽培した。品目による違いについては、ホウレンソウは生育が途中で停止しやすく、コマツナ等アブラナ科では葉脈間の黄化症状が発生することがある（鉄欠乏症の可能性）。また、有機質肥料の種類による差を検討するために CSL（コーンステーパーリカー（トウモロコシ浸漬液））とソリュブルの 2 種類で試験栽培した。生育量は CSL よりソリュブルで確保しやすく、品質はソリュブルでアミノ酸の「甘み」成分の増加がみられ、CSL で植物体中硝酸濃度が低減された。図 1 に有機質肥料がレタスのアミノ酸と硝酸濃度に与える影響について示す。

本技術は微生物の働きに大きく影響されるため、用水には注意が必要で、微生物が活動しやすい用水を使用することが重要となる。

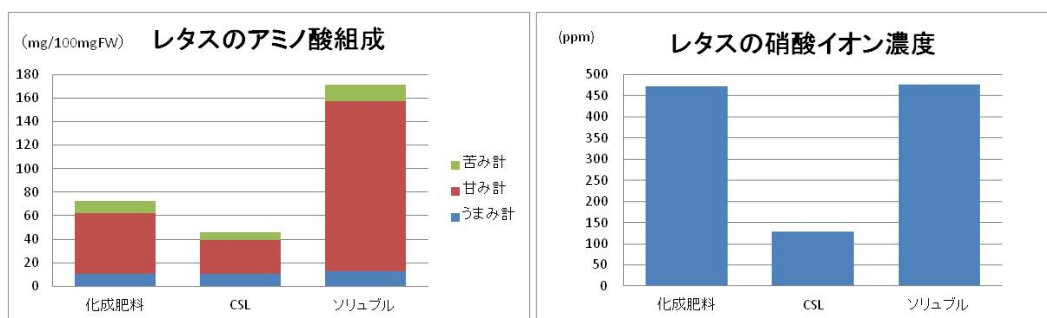


図 1 有機質肥料がレタスの内容成分に与える影響

問い合わせ先

福島県農業総合センター 作物園芸部 野菜科

代表番号 TEL:024-958-1700

(3) イチゴの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

新潟県農業総合研究所園芸研究センター

(現 新潟県工業技術総合研究所)

種村 竜太

はじめに

養液栽培の特徴としては、①連作障害に煩わされることなく特定の品目を永続的に再現性の高い栽培が可能なこと、②土壌の理化学性の如何に関わらず、どこでも同じ地下部条件で栽培が出来ること、③根圏環境の制御により作物の生育を調節して生産性を高めることが出来ること、④耕耘、有機質補給、除草、土壌消毒などが省かれるために作業の省力化が可能になること、⑤栽培管理のマニュアル化が可能であるため従来の家族経営型から企業経営型への転換が可能であること、などがあげられる。これらの特徴が評価され、平成元年に 358ha だった我が国の養液栽培面積は急激に増加し、平成 21 年には 1,396ha に達している。なかでもイチゴは収穫作業の軽労化が生産者に大きく評価され、イチゴ栽培面積の 50%以上を養液栽培が占める地域も見られる。一方で、養液栽培では肥料成分を含む余剰培養液がハウス外へ排出される「かけ流し方式」が多く、環境に配慮した循環型養液栽培技術の確立が望まれている。また、養液栽培ではほぼ全量を化成肥料で栽培しているが、化成肥料による農産物と比較して有機質肥料による農産物の方が安心・安全で美味しいと評価する消費者も少なくはない。

そのような状況のなか、有機質肥料だけで養液栽培する技術が農研機構野菜茶業研究所により考案され、消費者への訴求力の高い高付加価値の生産物として差別化販売の可能性を求める生産者の関心が非常に高まっている。しかし、生産者へ広く普及させるためには品目ごとに栽培マニュアルを作成する必要がある。そこで、新潟県では平成 22 年から排液のでないイチゴの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発に取り組んでおり、その成果について紹介する。

1. 有機質肥料と化学肥料との養分吸収特性の比較

植物は生育に必要な養分のほとんどを無機態で吸収するため、供給された有機物は $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の形態に無機化されてから吸収される。そこで、有機質肥料と化学肥料との養分吸収特性の比較を行った。

材料・方法

品種は‘新潟 S3 号’を供試し、2010 年 10 月 1 日に定植した。栽培装置は 2 重ハンモック方式とし、培地にはパーライト (3L/株) を用いた。点滴チューブを使用して株元の培地上面より給液し、排液は全て給排液共用タンク (容量 0.8 L/株) へ戻す循環型とし、試験期間中に培養液の交換は行わなかった。試験区は、化成肥料 (大塚タンクミックス F&B

N:P₂O₅:K₂O=100:73:149) を用いた化成区と、有機質肥料にオーガニック 332 (大塚アグリテクノ社製、N:P₂O₅:K₂O=100:100:67) を用いた有機区を設けた。有機区は有機態 N を無機化するための微生物資材としてパーク堆肥 (商品名:サンヨーパーク) を定植時にチューブ下の培地表面に施用した (100 mL/株)。養分は量管理とし、有機区は 15 mgN/株・日、化成区は N 吸収量に応じて 2~3 日毎に各肥料をタンクへ投入した。開花始期 (11 月 21 日)、収穫開始期 (1 月 5 日) に植物体の採取を行い、各器官の乾物重を測定後、養分濃度を分析した。

結果・考察

開花始期および収穫始期における乾物重に肥料による差はなかった。開花始期の N 濃度は、化成区と比較して有機区で低く、N 含有量は化成区が 240 mg/株であったのに対し、有機区では約 30%少ない 174 mg/株であり、特に根では化成区の 50%程度であった (図 1、3)。収穫始期においても根の N 濃度は有機区では化成区と比較して低く、株全体の N 含有量が少なかったが、有機区における開花始期から収穫始期までの N 吸収量は化成区と同等であった (図 2、4)。P、K、Ca、Mg 濃度は、開花始期には肥料による大きな差はみられなかったが、収穫始期には化成区と比較して有機区で根の P および K 濃度が高かった。有機区における開花開始から収穫開始までに供給された N の吸収率は 50%程度であった。

以上のことから、イチゴ有機質肥料活用型養液栽培では、微生物資材をチューブ下に施用することにより化成肥料と同等の初期生育を維持することが可能であるが、窒素利用率が低いことが明らかになった。今後は窒素利用効率を向上させるため、微生物源施用から定植までの期間の検討や、微生物剤利用における検証が必要である。

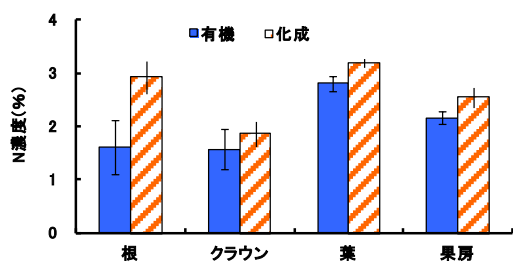


図1 開花始期におけるN濃度

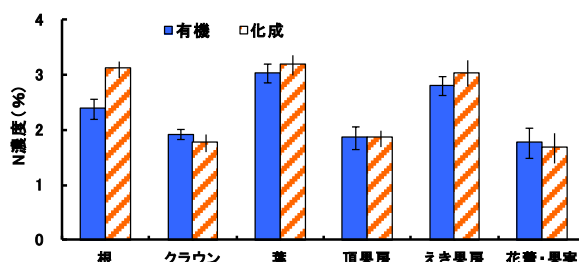


図2 収穫始期におけるN濃度

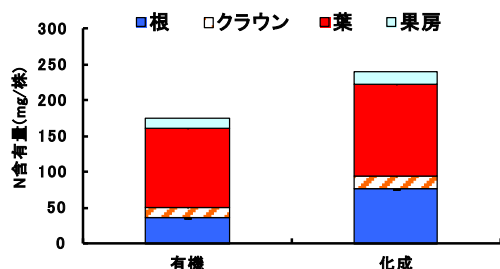


図3 開花始期におけるN含有量

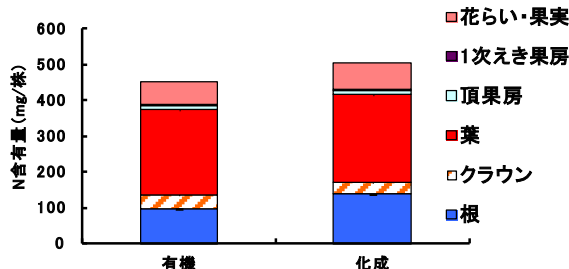


図4 収穫始期におけるN含有量

2. 有機質肥料供給量の検討

従来の養液栽培における養分管理は EC を指標とした濃度管理で行われているが、有機質肥料を用いた養液栽培では養分管理を供給量で管理（量的管理）する必要がある。そのため、品目に応じた最適な供給量を示す必要がある。そこで、パーライト培地において有機質肥料供給量の違いが収量や品質に及ぼす影響について検討した。

材料・方法

品種は‘越後姫’を供試した。2010年7月14日に採苗後9cmポットで育苗し、10月1日に定植した。栽培装置は2重ハンモック方式とし、培地にはパーライトを株あたり3L用いた。ベッド間隔140cm、ベッド幅30cm、株間25cm、2条植えとした。栽培システムは排水を全てタンクへ戻す循環型とし、給排水共用タンク（容量0.8L/株）を設置した。点滴ボタンドリッパーを使用して株元の培地上面より給液し、イチゴが吸収することによって生じた減量分は水道水を自動補充し、栽培期間中に培養液交換は行わなかった。培養液への通気のため吸水ポンプとは別に培養液循環ポンプをタンクに設置して栽培終了まで連続運転した。有機質肥料はオーガニック332（大塚アグリテクノ社製、N:P₂O₅:K₂O=3:3:2）を使用し、供給量の異なる4試験区（8mgN/株・日、10mgN/株・日、15mgN/株・日、20mgN/株・日）と化成肥料（タンクミックス F&B）を用いたかけ流し管理の対照区を設けた。有機区は堆肥連用ほ場の土壌を用いて耕水工程を経た培養液を定植時にタンクへ入れ、定植時にCa補給のためカキ殻石灰（5g/株）を植え穴施用し、肥料は2～3日毎にタンクへ投入した。収穫は5月30日まで行った。

結果・考察

有機区では、ドリッパーが目詰まりしたために4～5回の交換が必要であった。栽培期間を通して化成区と比較して有機区の草勢はやや弱かった。肥料投入直前の培養液 EC は、8mgN 区と 10mgN 区では定植後 0.4～0.5dS/m 程度で推移し、12～1 月以降緩やかに低下したのに対し、15mgN 区と 20mgN 区では 12 月末までは上昇する傾向を示しその後は徐々に低下した（図 5）。培養液 NO₃-N 濃度は、20mgN 区では EC と同様に 12 月末までは上昇する傾向を示し、その後は徐々に低下したのに対し、他の試験区では上昇する傾向はみられなかった（図 6）。P₂O₅ 濃度は 2 月上旬、K₂O 濃度は 1 月中旬までいずれの試験区においても上昇し、その後は徐々に低下する傾向であった。有機区ではいずれの供給量においても収穫終了時の果房数は、収穫果房・総果房ともに 15mgN 区と 20mgN 区で多かった。商品果収量は、8mgN 区と 10mgN 区では対照区と比較して劣っていたが、15mgN 区と 20mgN 区では対照区と同等であった（表 1）。月別では、3 月までは試験区による差はみられなかったが、4 月・5 月は 15mgN 区と 20mgN 区で多かった。果実糖度と酸度に差はみられなかった。

以上のことから、有機質肥料を活用した循環型量的管理では、全期間一定の供給量で管理した場合に必要な N 量は 15mg/株・日であり、慣行の化成肥料によるかけ流し管理と同等の収量・品質が得られると考えられる。しかし、定植後に培養液へ養分の集積がみられ、

1 月以降は逆に蓄積した養分が減少していることから生育ステージによって最適な供給量の検討が必要である。また、培養液供給にチューブやドリッパーを使用する培地耕では給液資材の目詰まりによって生育不良となることが懸念されるため、給液システムの改良が必要である。

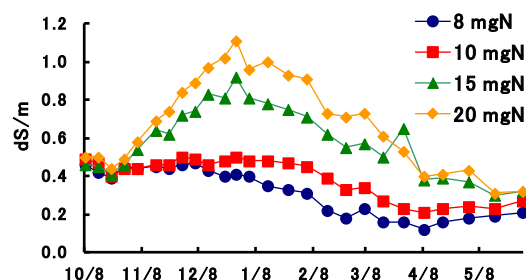


図5 有機区における培養液ECの推移

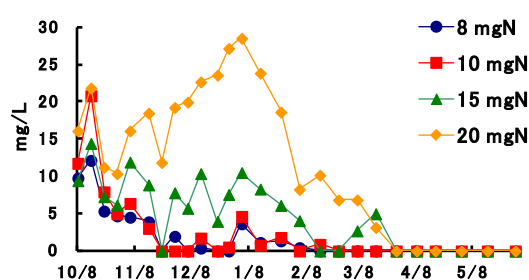


図6 有機区における培養液NO₃-N濃度の推移

表1 養分供給量が収量と品質に及ぼす影響

養分供給量	商品果収量		規格外		総収量		平均1果重 (g)	果実品質	
	個数 (果/株)	重量 (g/株)	個数 (果/株)	重量 (g/株)	個数 (果/株)	重量 (g/株)		糖度 (Brix)	酸度 (%)
8 mgN	43.3	718.1	4.7	20.7	47.9	738.7	16.6	9.8	0.53
10 mgN	46.4	789.9	4.9	22.2	51.3	812.1	17.0	10.1	0.53
15 mgN	52.7	852.3	4.9	21.8	57.6	874.1	16.2	9.8	0.55
20 mgN	52.9	872.8	4.3	19.2	57.3	892.0	16.5	9.7	0.53
対照(化成肥料)	49.0	839.6	3.6	13.7	52.6	853.3	17.1	10.1	0.58

3. 培養液加温の検討

有機質肥料活用型養液栽培は、微生物の働きによって有機物を分解（無機化）し植物に供給する技術である。微生物活性を維持するためには一定の温度が必要と思われるが、栽培期間に冬期間が含まれ、暖房設定温度が低いイチゴ栽培では必要養分量が確保できずに収量が低下することが懸念される。そこで、培養液の加温温度の違いが収量や品質に及ぼす影響について検討した。

材料・方法

品種は‘越後姫’を供試した。2011年7月14日に採苗し、10月3日に定植した。栽培装置は2重ハンモック方式とし、ピートモスともみ殻くん炭を等量混合（容積比）した培地（3L/株）を用いた。ベッド間隔 140 cm、ベッド幅 30 cm、株間 25 cm、2条植えとした。培養液は点滴チューブを使用して培地上面より供給し、排水を全て給排水共用タンク（容量 0.8 L/株）へ戻す循環型管理を行った。培養液の減量分は水道水を自動補充し、栽培期間中に培養液交換は行わなかった。肥料は定植～1月3日までは 15 mg/株・日、1月4日～4月27日までは 20 mg/株・日の N 量に相当する肥料（大塚オーガニック 332）を2～3日毎にタンクへ投入した。4月28日以降は施肥しなかった。試験区は、無加温区及び加温設定温度 25℃、30℃の3区と、無加温で化成肥料（タンクミックス F&B）を用いた対照区を

設けた。培養液の加温はタンク内へ電熱式ヒータを設置して行った。施設の保温は11月1日から開始し、11月24日より最低温度8℃で加温を行った。収穫は5月31日まで行った。

結果・考察

無加温区の日平均培養液温は、9.8~22.4℃で推移し、栽培終了までの平均液温は14.8℃であった(図7)。栽培期間中の平均培地温は、無加温区で14.4℃、25℃区で17.8℃、30℃区で19.8℃であった。肥料投入直前の培養液NO₃-N濃度は、25℃区・30℃区では10月末までは上昇したのに対し、無加温区では12月中旬まで上昇した(図8)。収穫開始日は、対照区で2月3日であったのに対し、無加温区で1月30日、25℃区と30℃区では1月23日であった。収穫終了時の果房数は、収穫果房・総果房ともに差はなかった。総収量および商品果収量は、果数・重量ともに培養液加温による差はなく、対照区と同等であった(表2)。果実糖度に差はみられなかった。

以上のことから、イチゴ‘越後姫’の有機質肥料を使用した循環型養液栽培では、培養液加温は必要ないと考えられる。しかし、使用する有機質肥料によって無機化効率が異なるため、それぞれの有機質肥料において検証が必要である。

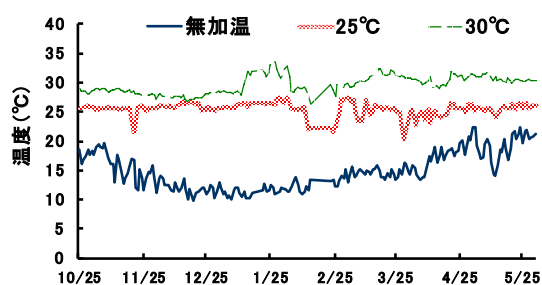


図7 培養液温(日平均)の推移

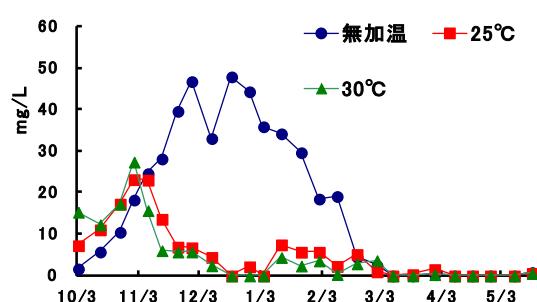


図8 有機区における培養液NO₃-N濃度の推移

表2 培養液加温温度の違いが収量と果実糖度に及ぼす影響

試験区	収穫終了時果房数		商品果収量		規格外		総収量		平均1果重(g)	果実糖度
	総果房(本/株)	収穫果房(本/株)	個数(果/株)	重量(g/株)	個数(果/株)	重量(g/株)	個数(果/株)	重量(g/株)		
無加温	10.1	7.3	57.8	951.0	6.7	20.5	64.4	971.5	16.5	9.9
25℃	9.8	7.6	60.1	873.5	11.8	38.1	71.9	911.6	14.5	10.1
30℃	10.0	7.3	58.4	902.9	13.1	41.6	71.4	944.4	15.5	10.1
対照区	10.5	8.0	55.9	873.0	9.7	23.4	65.6	896.4	15.7	9.9

4. 給液システムの検討

有機質肥料活用型養液栽培では、有機物を効率的に分解(無機化)し植物に養分供給を行う技術であるが、不完全な有機物の分解やバイオフィーム等の発生により、給液チューブ等を利用するイチゴの固形培地耕などでは、給液資材の目詰まり等の不具合が懸念される。そこで、イチゴの有機質肥料活用型養液栽培における給液資材とその内部洗浄の効果について検討した。

材料・方法

散水タイプ（エバフローA, MKV ドリーム）、点滴タイプ A（ストリームライン 80, ネタフィルムジャパン）、点滴タイプ B（ドリップネット, ネタフィルムジャパン）の 3 種類の給液チューブに、無機培養液+チューブ内洗浄無（無機+洗無）区、有機培養液+チューブ内洗浄無（有機+洗無）区、有機培養液+チューブ内洗浄有（有機+洗有）区の 3 処理区を組み合わせた、計 9 処理区を設け、8 株/区で試験を行った。2010 年 10 月 1 日に、イチゴ‘越後姫’の苗を、パーライト（3L/株）を詰めた二重ハンモック式の栽培装置に株間 25 cm、2 条植えて定植した。給排水システムは循環型とし、培養液タンクの減水分は水道水を自動補給した。施肥は量管理とし、無機区ではタンクミックス F&B (N:P₂O₅:K₂O=100:73:149、大塚アグリテクノ) を、有機区ではオーガニック 332 (N:P₂O₅:K₂O=100:100:67、大塚アグリテクノ) を用いて、6~12mgN/株・日に相当する肥料を 2~3 日毎に培養液タンクに供給した。チューブ内洗浄は、毎日の最終給液後に水のみを流し、チューブエンドを開放し排水した。栽培期間中、給液チューブの吐出量、生育、収量等を調査した。2011 年 5 月 30 日に実験を終了し、チューブ内残渣の乾燥重量を調査した。

結果・考察

定植後 104 日の有機培養液区の給液チューブの吐出量は、散水区では、洗浄の有無に関わらず無機+洗無区に比べ著しく低下した（図 9）。一方、点滴 A および B 区では、無機+洗無区に比べ有機+洗無区では 4 割程度に低下したが、有機+洗有区では 9 割程度に維持されていた。栽培終了時の給液チューブ内の残渣重量は、無機区に比べ有機区で、また点滴区に比べ散水区で多かった。また、いずれのチューブにおいても有機培養液を利用すると残渣の蓄積が認められたが、洗浄により残渣重量は抑制された。地上部の生育は、いずれのチューブにおいても、無機+洗無区>有機+洗有区>有機+洗無区となる傾向が認められた。可販果収量は、無機+洗無区ではチューブの種類による差は認められなかったが、有機培養液区では、散水区<点滴区、また洗浄無区<洗浄有区となる傾向が認められ、点滴 A および B 区の有機+洗有区は無機+洗無区の 9 割程度の収量を得ることができた（図 10）。以上より、給液チューブを利用するイチゴの有機質肥料活用型養液栽培では、点滴タイプの給液チューブを用い、さらにチューブ内洗浄を行うことが有効と考えられた。

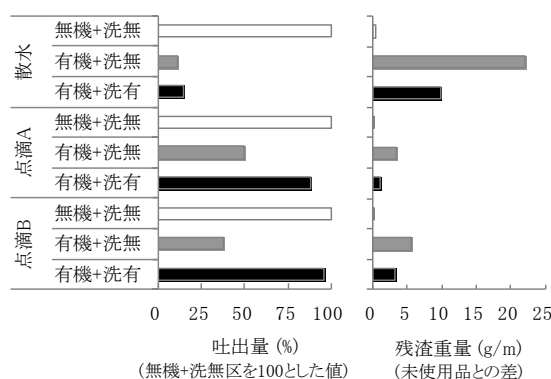


図9 チューブの種類と洗浄の有無が吐出量(定植104日後)と残渣重量(栽培終了時)に及ぼす影響

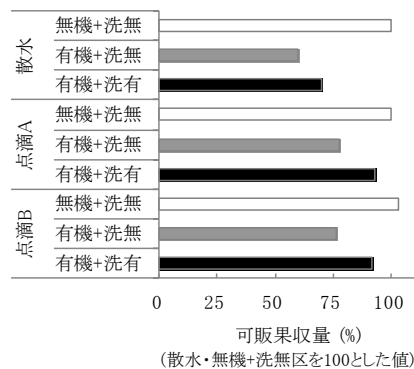


図10 チューブの種類と洗浄の有無が商品果収量に及ぼす影響

(4) トマトの有機質肥料活用型養液栽培技術の開発

三重県農業研究所

梶田泰宏

はじめに

養液栽培の長所として、肥料や水の利用効率が向上することや土壌病害や連作障害を回避できることが挙げられ、収量の最大化を狙って栽培されてきた。特に海外のトマト農家は養液栽培を導入したことにより 50t/10a 以上の収量を得ている。しかしながら、従来の養液栽培では無機肥料しか使えないことから肥料コストが重くなっている。さらに土壌がない無菌的な養液栽培では無縁と考えられていた根部病害が問題となっており、認可されている防除手段がほとんど無いことが問題となっている。

しかし、篠原（2006）の方法では、有機物を養液栽培に利用することを可能にし、さらに根部病害を抑制することが明らかになっている。これを導入することにより、養液栽培において肥料コスト削減・根部病害の回避が同時に可能になることが期待される。

有機質肥料活用型養液栽培では培地を用いない方法が主流であった。しかし、トマトの慣行養液栽培では 90%以上で培地耕が採用されている（2009 池田）。培地耕はトマトのような根の酸素要求が高い作物に適しており、さらに給液量を制御できることから、広く導入されている。したがって、より幅広く有機質肥料活用型養液栽培を普及していくには培地耕への適用を可能にすることが必要であった。

本報告では、有機質肥料活用型養液栽培に培地耕を適用し、慣行の養液栽培と同等収量を得ることができたので、その事例について報告する。トマトは栄養生長と生殖生長を同時に進める植物であり、栽培に際しては生育と果実成熟のバランスを維持することが重要である。栽培する上で失敗しやすいと思われる事例や注意点なども合わせて報告する。

材料および方法

(栽培前処理)

トマト栽培に必要な耕水（有機質肥料を分解する微生物の培養液）を篠原ら（2006）の方法に基づき 15 L プランターを用いて作製した。微生物源としてサンヨーバーク 50 g を水 15L に添加し、有機質肥料としてコーンスティープリカー（大塚オーガニック 332、大塚アグリテクノ社製、N: P₂O₅:K₂O=3:3:2、以下 CSL）を用い、7.5 mL/日を 6 日間連続添加した。液温 25°C を維持し、エアープンプを用いて連続曝気した。20 日後、アンモニウムイオン、亜硝酸イオンが検出されず、硝酸イオンが十分生成したことを確認した。1 cm 角の均一なサイコロ形状に成型されたロックウール（商品名：グローキューブ）を 2 L ポットに充填し、上述の耕水でポット全体を浸漬した。次いで CSL を 1 mL 施用し、24 時間静置

後、水洗し、メルコクァント硝酸テストの呈色反応により、流出液から硝酸イオンが検出されるのを確認した。



写真1 栽培に用いた培地およびポット

(試験区および栽培方式)

有機質肥料を適切に施用するには篠原(2006)の方法のように多量に与えすぎないことが重要な鍵となる。つまり、植物が1日に吸収する量を適宜施用する必要がある。したがって従来の養液栽培で主流であったECを目安にした「濃度管理」から、トマトにとって必要となる量を日々管理する「量管理」を採用した。

そこで試験区は

1. CSL+有機石灰(培地混和した)[量管理]
2. CSL+塩化カルシウム、硫酸マグネシウム、微量元素複合資材(養液に溶かし施用した)[量管理]
3. 化成園試処方[量管理]
4. 化成園試処方[濃度管理]

とした。

量管理の栽培管理方法については図1に概略を示した。量管理区では1日に要求される量の肥料を20Lタンクに添加した。添加にはエスペックミック製の有機液肥追肥装置を用いた。また、本栽培では曝気装置を用いていない。つまり、前処理した培地にて有機物が無機化し、同時にトマトに吸収される栽培方式である。

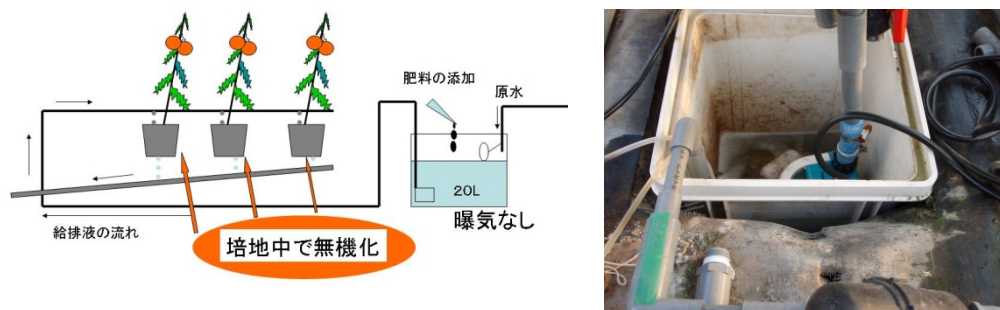


図1 量管理栽培システムの概略および実際に用いた養液タンク

(栽培概要および調査方法)

栽培は三重県農業研究所内ハウスで行った。トマト品種‘桃太郎ヨーク’を1月6日にロックウール細粒綿を充填した128穴セルトレイに播種した。育苗後、本葉が3枚展開した1月20日に前処理した2Lポットに定植した。定植数は試験区あたり14株とし(栽植密度は2500本/10aに相当)とした。給液方法はそれぞれのポットにドリップチューブ(ネタフィルム:ポタンドリッパー)を用い、施肥量は中野ら(2006)の報告をもとに100~120mg/株/日とした。また、ポット下部より排出される排液は栽培系外に排出するかけ流し方式とした。トマト果実は、果房あたり4果に調整し、適期に収穫した。排液は経時的に採取し、全窒素(ペルオキシ硫酸カリウム分解法)、硝酸態窒素(スルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法)およびアンモニア態窒素(インドフェノール青吸光光度法)の各成分を分析した。

結果・考察

(収量)

収穫は4月下旬より開始し、3段果房の収穫は6月15日に終了した。収量はいずれの区においても平均果重140gを超え、十分な果実の肥大がみられた(図2)。さらに、尻腐れ果の発生については慣行区と同様に問題とならなかった。

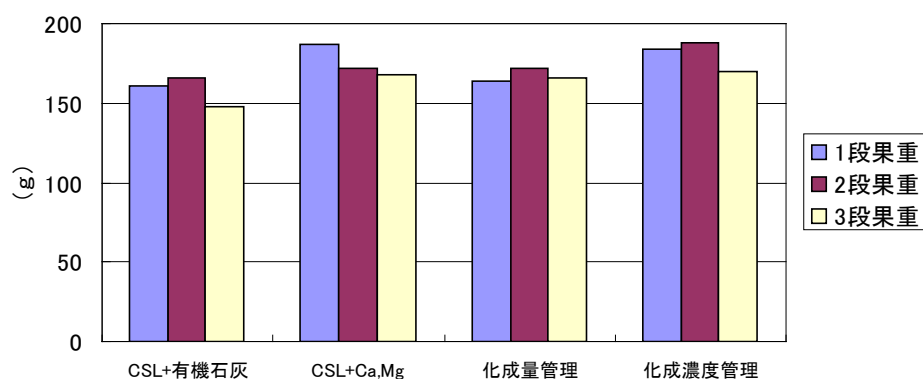


図2 1~3段果房から収穫したトマト平均重量



写真2 CSLを用いたトマト栽培

(排水窒素および物質収支)

図3は栽培系外に排出される養液の窒素濃度を示したものである。CSL+有機石灰区では硝酸態窒素およびアンモニア態窒素濃度がほぼ検出されなかった。このことから、培地中で無機化された窒素は速やかに植物に吸収されることが示唆された。ただし、排水からは有機態窒素が検出された(図3、4)。排水に含まれていた窒素は31.2mg/株であったことから、トマトが吸収する窒素量は1日あたり68.8mg/株であったと推定された。このことから、さらに施肥量を減らすことできる可能性がある。施肥量については今後さらなる検討を続ける予定である。

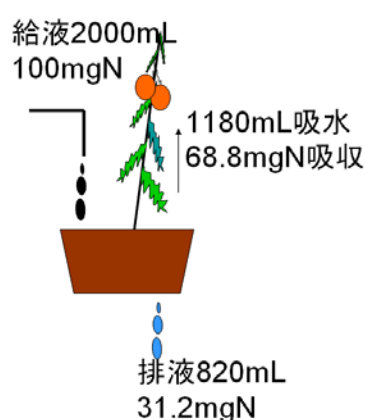
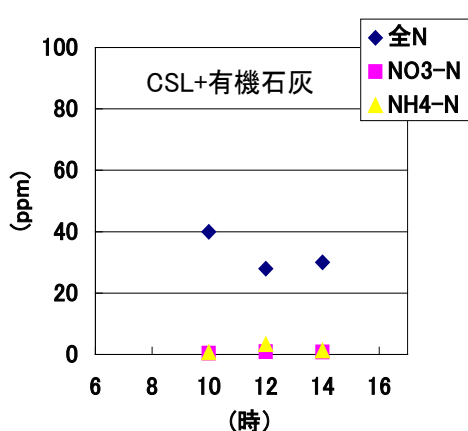


図3 CSL+有機石灰区の排水の窒素形態の推移 図4 トマト栽培における1日物質収支

(本栽培の注意点)

2 Lのロックウール培地を用いた培地耕でトマトの有機質肥料活用型養液栽培を慣行と同等程度の収量を得ることが可能になった。本栽培は曝気装置を用いず、培地中で有機物を無機化することを特徴とする方法である。したがって、効率的に硝化反応を進めるため培地に好気的な環境をいかに作るかが重要である。この栽培に至るまでの検討結果から、いくつかの注意点を述べておきたい。

- ・ 「株あたり培地量は多くする」

300mLの少量培地耕では良好な生育は得られなかった。微生物の定着が十分でないとともに、培地中で根の密度が急激に高まり、空隙が埋まることから、微生物にとっては嫌気状態となり、さらにトマト根へのダメージも大きかったと考えられる。

- 「培地の粒子は粗いものを使う」

○この栽培では微生物に十分に酸素を供給することが重要である。したがって、角状成型ロックウールやウレタンのような十分に通気性が確保でき、かつ保水性のあるものが望ましい。

○「給液量および給液頻度」

給液量・給液頻度によっては有機物の分解速度などに大きく影響が出る可能性があり、今後、検討の余地がある。

○「掛け流し方式（排液栽培系外排出）」

培養液管理の理想は循環型で環境負荷をかけず、資源を有効活用することが理想であるが、その場合、施用する有機質肥料の添加量はより細やかな管理が必要となる。これに対して掛け流し方式のシンプルな栽培体系は、管理上の問題点を少なくすることが可能になる。

参考文献

1. 篠原 信 (2006) 農業および園芸 81、753-764
2. 池田 敬 (2009) 施設と園芸 147、66-69
3. 中野有加ら (2006) 園芸学会誌 75、5、421-429

4. 周辺技術の紹介

(1) 耕水工程を簡略化する微生物剤

京都大学 安藤晃規

(2) 有機液肥追肥装置の開発

エスペックミック株式会社 中村謙治

(1) 耕水工程を簡略化する微生物剤

京都大学

安藤晃規

使用法

水道水を使うときは、1日以上カルキ抜きをする。

井戸水を使用する際は、なるべく浄水器などで処理したものを使用する。硝化に影響を与える成分が含まれることがあるので注意する。

乾燥微生物剤（現在市販に向けて準備中）を水 10 Lあたり小さじ一杯(5 mL) 添加し、有機物肥料を 1 g/L 添加し、粒状セルカを同じく 1 g/L 添加する。十分に曝気を行うため、1週間栽培ベッド内で培養液を循環させ、硝酸が検出できたら、定植を行う。その際、他の肥料成分を添加してもかまわない。水温は 25℃から30℃ の間に設定する。水温が低い場合、耕水工程の期間が長くなることがある。

例：水 100 L の場合、微生物剤大さじ 4 杯 (60 ml)、CSL 100g、粒状セルカ 100 g 添加し、十分に曝気を行う。

保存法

微生物剤の菌体は乾燥粉末の状態だが、基本的に生き物なので熱に弱い。保存するときは冷蔵庫に保管する。

スケールアップ

現場で耕水を増やしたい時は、すでに作製済みの耕水を水で五倍に薄めて CSL、粒状セルカを加え、耕水工程を行う。微生物剤を利用するのと同様に早期に耕水工程が完了し、大量の耕水を得ることができる。

注意点

- ①水中の溶存酸素が足りない、もしくは、食物残渣などの固形物などが混入して、嫌氣的（酸素が無い状態）な箇所ができた場合、嫌氣的環境を好む脱窒菌群が増加してしまい、せっかくできた硝酸が窒素ガスとなり抜けてしまう。この現象が一度おきてしまうと戻すことは難しく、培養液を全て交換する必要があるので注意する。
- ②有機物を一度に入れすぎると硝酸化成が途中で止まってしまい（亜硝酸で止まってしまふことが多い）この状態が2ヶ月ほど続くことになる。2ヶ月後に漸く硝酸が出始めるが、栽培計画に支障がでる恐れがある。有機物の入れ過ぎには注意する。
- ③微生物は急激な環境変化に極端に弱い性質を示す。特に耕水工程が完了するまでの期間はデリケートであり、耕水工程の途中で水を加えたり、容器を移動させたりしない。

(2) 有機液肥追肥装置の開発

エスペックミック株式会社

中村 謙治

はじめに

有機液肥を活用した養液栽培において、使用する有機液肥の種類は栽培する作物、地域で容易にかつ安価に入手できる有機液肥の材料など多様化することが考えられる。試験段階では、市販・精製された有機液肥としてCSLが多く使用されているが、カツオ煮汁や、生ゴミ由来の有機液肥なども今後有望である。

これら多用な有機液肥を、必要量、安定的にかつ安価に供給できる実用的な「有機液肥追肥装置」の開発についての取組みについて報告する。

ポンプ選定と一次・二次試作装置の開発

有機質肥料活用型養液栽培で用いられる可能性のある有機液肥は、無機の化学肥料を水に溶解して使用する一般的な養液栽培と比べて、粘度が高くいわゆるドロドロした状態である場合も想定される。この粘度が高い液肥を安定して供給するためには、粘度の高い肥料を詰まらせることなく送りこむ能力のあるポンプを選定する必要がある。そして、その選定したポンプを搭載した有機質肥料3種類を定量供給できる自動添加装置の一次試作、動作評価を行うことで、その実用性をまず検証した。

まず、有機液肥の追肥用ポンプとして、リングポンプ(図1)を選定した。このポンプは養液栽培の追肥装置で使用される、ベローズポンプやパルス制御の電磁定量ポンプと異なり、チューブを中央のリングの楕円動作で、液をしごくようにして吐出させることができる。このため、比較的粘度の高い液体でも安定して吐出できる特徴を持っている。また、構造がシンプルであり、価格も上記のベローズポンプや電磁定量ポンプに比べて安価であること、かつポンプが小型のため、追肥装置を小型化できるなどの装置製作上の利点も持ち合わせている。

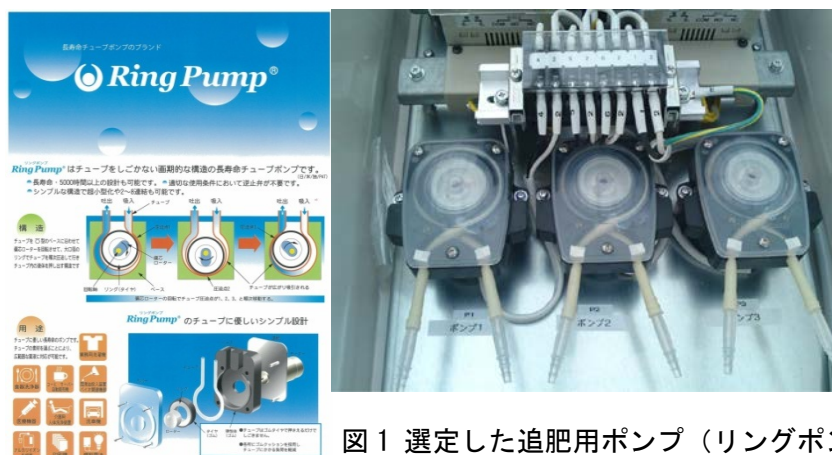


図1 選定した追肥用ポンプ（リングポンプ）

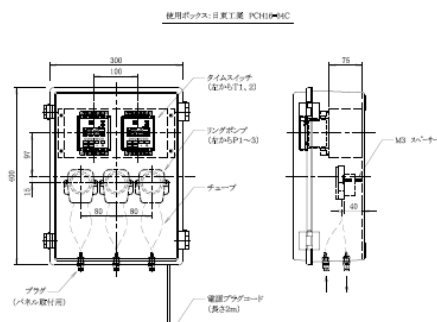


図2 一次試作

このリングポンプを3台搭載し、微量元素の供給も可能としたのが、図2の一次試作装置である。追肥動作は、カレンダータイマーにより、適時定量を、必要な時間に供給するシンプルな構造となっている。

この一次試作は、有機液肥の追肥の手間が省ける最低限度の機能を有しているが、夏季に養液温度 37℃以上の高温に達し、微生物の活性が低下した場合、追肥を続けると養液状態を悪化することが懸念された。このため二次試作として、一次試作装置に、養液温度を測定するセンサーを取付け、有機液肥中の微生物の活動が鈍化する高い液温が検出された場合、警報を出し、追肥動作を停止する機能を付加した。これにより、季節、液温変動に左右されることなく、追肥を行うことが可能となった。

フィードバック機能を備えた三次・四次試作装置の開発

上記の一次・二次試作装置の評価を共同研究機関に装置を配布し、実際に異なる対象作物・有機肥料による栽培を通じた検証を進める中で、液肥状態をフィードバックするセンサーについて検討を行う必要性が見いだされ、三次試作として EC(電気伝導率)の測定とフィードバック制御、四次試作として pHの測定とフィードバック制御も可能な装置の試作を行った。

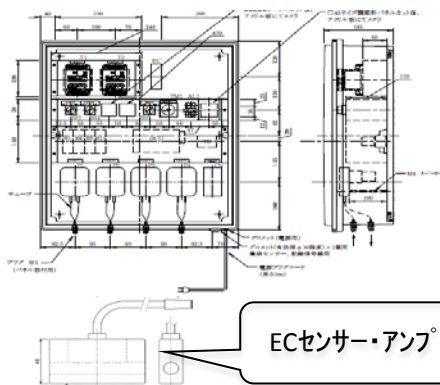


図3 三次試作装置

三次、四次の試作装置は、有機液肥の追肥用に限らず、通常の養液栽培における無機化学肥料の自動追肥装置としても使用することができることから、装置の汎用性を高めることも可能となった。

有機液肥追肥装置の課題

上述のように、一次から四次までの4つのタイプの有機液肥追肥装置の試作と評価を行ってきた。コスト的には、センサーが付く四次試作が高くなるが、栽培作物、追肥のタイミング等についての一定のノウハウがまとまっておれば、一次・二次試作の必要量を定量追肥できるタイプの装置で用は足りると考えられる。

表 1 各追肥装置の仕様

型式	ORG1	ORG2	ORG3	ORG4
主な機能	タイマ制御	タイマ制御+水温警報	水温警報+EC制御	水温警報+EC+PH制御
ポンプ	リングポンプ 3台	リングポンプ 3台	リングポンプ 4台	リングポンプ 4台
サイズ	W300×H400×D150mm	W300×H400×D150m m	W530×H630×D185m m	W530×H630×D185m m
価格(予定)	25万円	30万円	50万円	60万円

実際に各種有機液肥を使用するにあたっては、液肥の粘度が異なるため、追肥時の吐出量もバラつくことが確認されている(図4)。このため、最初に使用する有機液肥により、吐出量を確認して、追肥時間を決めることが望まれる。また、有機液肥の原液は粘度が高いものが多いため、長期間の追肥により追肥用のチューブが詰まりやすくなる。このため定期的なチューブの洗浄・交換を日常のメンテナンスとして実施することが必要である。

各液肥の吐出量

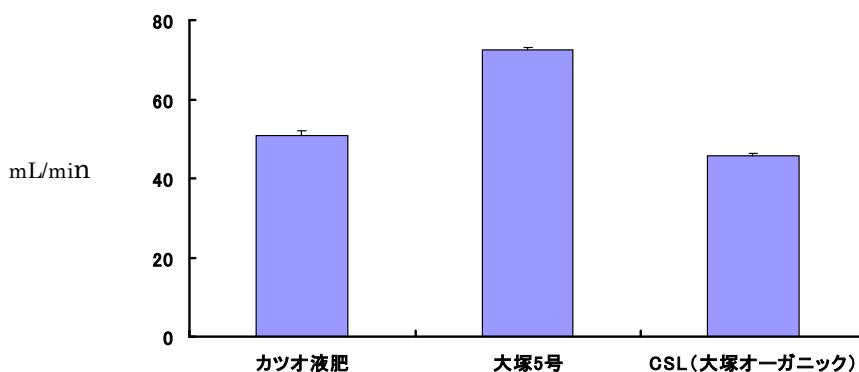


図 4 肥料による追肥吐出量の違い測定例 (1分間)

トラブルシューティング集

問1 耕水工程でもっと硝酸濃度の高い耕水を作製したいのですが、有機質肥料をもっと大量に加えるか、耕水工程終了後に新たに有機質肥料を加えたらよいでしょうか？

答1 耕水工程ではアンモニア化成の次にスムーズに硝酸化成が進む必要がありますが、有機質肥料を大量に加えると、硝化菌という微生物がダメージを受けて硝酸化成が進まなくなり、分解がアンモニア化成止まりになります。硝酸化成が進まない培養液は、栽培に使用できません。

また、耕水工程終了後に有機質肥料を加えると、脱窒菌という微生物が増殖してしまい、重要な養分である硝酸が窒素ガスに変換されて失われてしまいます。耕水工程が終了した後は、栽培を開始するまで有機質肥料を加えてはいけません。

耕水工程では、有機質肥料を1日当たり1g/L、耕水工程開始から4日間程度まで加えることが可能です。しかし大量の有機質肥料の添加は硝酸化成が途中で停滞する（亜硝酸から硝酸に変換するステップが進まなくなり、亜硝酸が高止まりする）トラブルが起きやすくなります。耕水工程は微生物を培養するためだけのステップと割り切り、有機質肥料の添加量を抑えるのが無難です。

問2 レタスの葉の辺縁部がコルク化し、葉がお玉状に変形してしまいました。

答2 土壌の袋を培養液に浸したままではないでしょうか。耕水工程で硝酸イオンが検出され始めたら土壌を入れた袋を培養液から除去する必要があります。栽培期間中も土壌の袋を培養液に浸漬したままだと、そのような症状が現れることがあります。

その他、培養液などに炭などの「微生物のすみか」になるものを入れると同様のトラブルが発生します。メカニズムは不明ですが、嫌気性菌が増殖しやすい環境が培養液のどこかにあるとそのようなトラブルが発生しやすくなります。微生物のすみかになるような土壌の袋や、多孔質のものを培養液に浸漬しないように注意して下さい。

問3 実用規模で栽培すると、生長点の黄化がみられ、鉄欠乏が発生したようです。有機石灰浸漬液を更新した方がよいでしょうか？

答3 有機石灰浸漬液を作製する際、栽培装置の培養液を加えているでしょうか。普通の水（水道水など）だと、浸漬液に溶解する鉄分が少なくなり、欠乏症が発生しやすくなります。有機石灰浸漬液の作製に栽培装置の培養液を用いると鉄欠乏が起きにくくなります。

問4 有機石灰浸漬液を作製するのに、粒状セルカ以外のカキ殻資材を使用することはできるでしょうか？

答4 現時点で粒状セルカと同様に使用可能なことを確認できているのはネオライム（研農）です。その他の資材は微量元素が溶解しにくく、使用できません。たとえば粒状セルカと同じカキ殻原料を使っているセルカ（粉状）は使用できません。粒状セルカおよびネオライムは、粒状に整形する際のバインダー（のり）によって、様々な微量元素が溶解します。ネオライムを使用する場合、含まれるポリフェノール様成分が作物の根に障害を与えることがあるので、粒状セルカと比べて5分の1量に減らして使用して下さい。

粒状セルカやネオライムが入手しにくい地域の方は、廃糖蜜をカキ殻資材に加える発酵石灰液の方法で微量元素を補うようにして下さい。

問5 有機質肥料活用型養液栽培は、施肥管理をECメータによる濃度管理でできないのでしょうか？

答5 できません。栽培2週間後以降は、根の表面に形成されるバイオフィームで有機質肥料が分解され、分解後はそのまま根に吸収されると思われます。このため、培養液からは硝酸イオンなどの無機養分が検出されなくなります。培養液に無機養分がほとんど検出されないのが通常なので、ECメータによる濃度管理はできません。

ただし、有機質肥料を過剰施肥したり、施肥のバランスが悪化している（特定の養分だけ過剰に施用しているなど）などの場合、培養液のECが上昇することがあります。施肥のミスを発見するのに、ECメータを利用することはできます。

その他の質問は、農研機構野菜茶業研究所にお問い合わせ下さい。

平成 26 年 6 月 第 1 版発行

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/vegetea/pamph/index.html

(現在も栽培技術の改良を続けていますので、結果がまとまりましたら、そのデータを追加し、「第 2 版」を発行する予定です。)

「有機質肥料活用型養液栽培マニュアル (第 1 版)」

本マニュアルの記載内容を転載・複製する場合は、野菜茶業研究所の許可を得てください。

編集・発行所

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

野菜茶業研究所

〒514-2392 三重県津市安濃町草生 360

電話 050-3533-3861

FAX 059-268-3124

URL <http://www.naro.affrc.go.jp/vegetea/index.html>