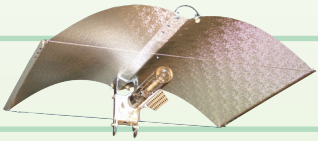
Van Patten Publishing

はじめての水耕栽培

はじめての水耕栽培



光

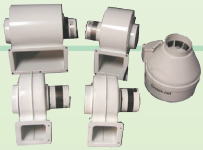
湿度

肥料

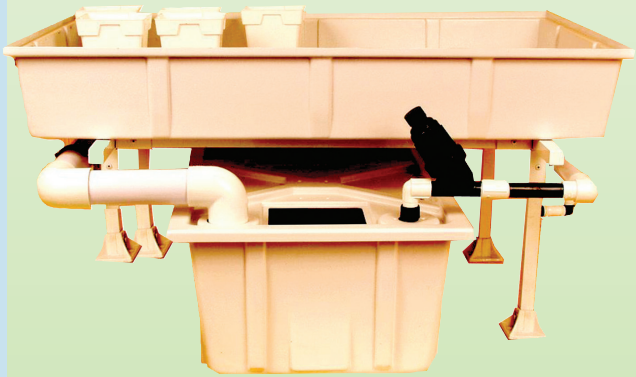
換気

CO_2

温度



挿し木



George F. Van Patten著

土を使わないインドア・ガーデニングの基本

George F. Van Patten著　　池上ジョナサン 訳

目次

第1章　なぜ水耕栽培なのか？ 5
植物の仕組み 6

第2章　大気 7
換気と循環 8
温度と湿度 10
大気調整コントローラー 11
照明 12
電気 14
花粉と臭気 16
二酸化炭素 17
必要なものは？ 18

第3章　水と養分 19
pH 20
EC 22
肥料 24
ハイドロ・オーガニック肥料 25
添加物 26
培養液の成分 27
水耕栽培システムのメンテナンス 28
培養液の作り方 29
養分と主要栄養素 30
二次栄養素 32
微量栄養素 33
まとめ 34

第4章　培地 35
ロックウール 36
ココヤシファイバー 37
ハイドロ・ボール 38
土壌改良剤 39

第5章　さまざまなシステム 41
ウィック 41
エアテーブル 42
ウォーター・カルチャー 43
エブ＆フローシステム 44
上面給水バケツシステム 46
上面給水バットシステム 48
NFT システム 50
エアロポニックス 52
アクアポニックス 53
自作しよう！ 54
貯水槽 58
ポンプ 59
あなたに適したシステムは？ 60

第6章　さあ、始めよう！ 61
種と花 61
発芽と育苗 62
挿し木の育て方 64
発根ホルモン 65
挿し木の作り方 66
生長期 68
開花と果実 69
スケジュールとチェックリスト 70

第7章　害虫、病気、
その他の問題 71
予防 71
トラブルの誤診 72
ハダニと害虫 74
病気 76
駆除とスプレー 78

なぜ水耕栽培なのか？

水耕栽培は簡単に植物を育てる方法です。土に植えるのと違い、植物が必要とする養分を最大限に、且つ的確に与えることができます。与えられる養分を正確にコントロールすることによって、より早く、最大限の収穫が可能になります。

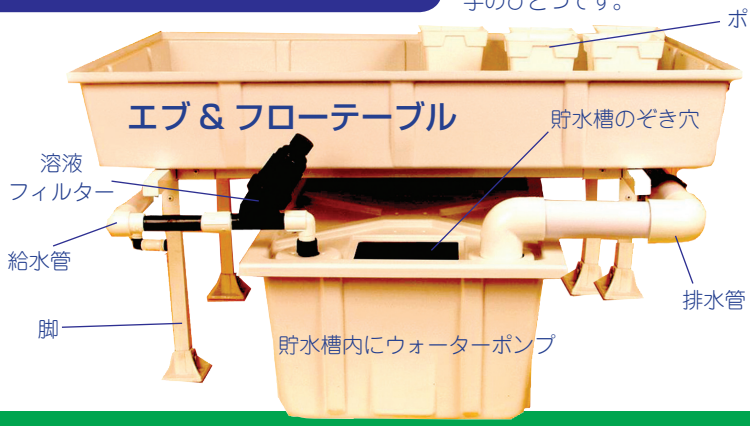
⬆高輝度高出力（HID）ランプを使えば、屋内のような十分に自然光が得られない場所でも栽培することができます。スペクトルや輝度、１日の照射時間を調整することも可能です。

⬅ CO_2（二酸化炭素）が欠乏した空気を排出し、植物が必要とする CO_2 が十分に含まれた新鮮な空気を供給するためには、換気扇などが必要になります。

⬅首振り扇風機は、栽培室の空気の循環に不可欠です。植物は、葉周辺の全ての CO_2 をすぐに消費するため、首振り扇風機で CO_2 に富んだ空気に入れ替えます。

➡栽培室には、温度計と湿度計は欠かせません。27℃以上や13℃以下の温度では植物は十分に生長することができません。湿度は 30 ～ 70%、あるいはそれ以上必要な場合があります。より早く健全な生長のため、温度と湿度を的確にコントロールすることが決め手のひとつです。

水耕栽培システムは、とても簡単に構造が理解でき、使用することが出来ます。以下はエブ & フローシステムの各部名称例です。



植物の仕組み

植物の葉では光合成が行われます。光合成とは、光、CO_2(二酸化炭素)、根から吸収された水 (H_2O) が反応して植物に必要な栄養 (炭水化物) を作り出すことです。その際、副産物として O_2(酸素) が放出されます。植物は、葉の裏側にある気孔を開閉することで、CO_2 を取り込んだり O_2 を放出したりします。　気孔が開いている時には水分が蒸発し、これを「蒸散」と呼んでいます。

根は植物体を地中でしっかり支えると同時に、水、養分、空気を吸収する役割があります。水耕栽培ではそれら (水、養分、空気) を吸収するスピードに拍車をかけます。根の先端より少し手前の部分に細かい毛が生えています。根毛です！根毛は、根全体の表面積を大きくし吸収を高めます。この根毛は非常にデリケートであり、常に湿った状態であることが必要不可欠です。大きな根は茎に似た働きをし、吸収された水や養分を運搬する役割を担っています。

茎は葉や花を支える部分で、内部に物質輸送を行う維管束を備えます。維管束とは根、茎、葉をつらぬいている束状の組織で、木部と師部からできています。木部には道管があって根から吸い上げた水や養分を各所へ運び、師部には師管があって葉で合成されたものを光合成できない部分へ運びます。木部と師部の間には形成層があります。

大気

植物が健全に生長するためには、大きくわけて５つの
必要条件があります。空気・光・水・養分・培地の５つです。
それらはそれぞれ、植物が最大限に生長するための要素の 20%を担っています。
これらの必要条件が全て十分に満たされることで初めて、植物は本来の生命力を最大限に発揮した生長 (20%× 5 = 100%) ができるのです。例えば、これらの１つが本来必要な 20%よりも少ない 15%しか満たされないと、他の全てを等しく頭打ち (15%× 5 = 75%) にしてしまいます。さらに２つまたはそれ以上が満たされない場合には、植物の生長は急速に衰えてしまいます。販売されている中でもっとも高価な水耕栽培システムを使ったとしても、本来必要な大気の湿度が 80% なのに 50% にしか達していなかったとしたら、生長には限界が生じます。そんなことではせっかく水耕栽培にかけた夢も希望もお金も労力も、全て水の泡になってしまいます。

空気　20%

- 温度
- 湿度
- CO_2 と O_2 の含有度

光　20%

- スペクトル
- 輝度
- 光周期（１日のうち照らされている時間）

水　20%

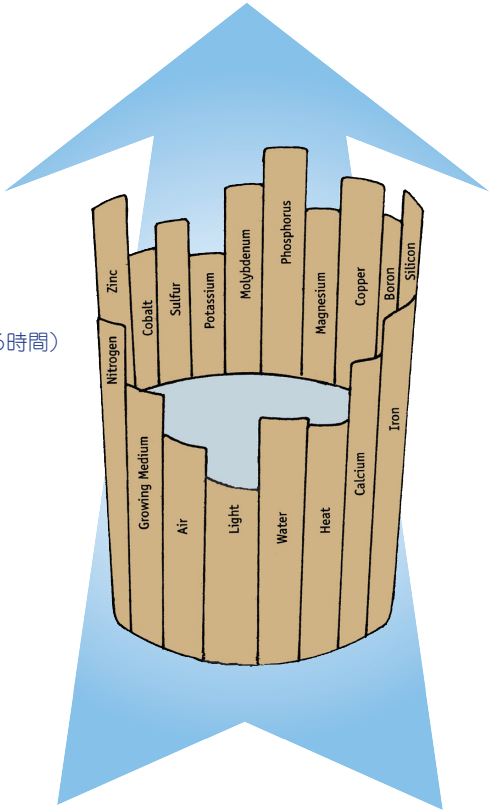
- 温度
- pH
- EC
- 酸素含有度

養分　20%

- 配合
- 純度

培地　20%

- 空気含有度
- 保水度



換気と循環

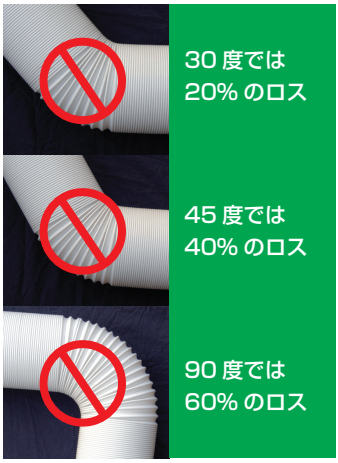
⬆インラインファンはプロペラファンと遠心ブロワの両方の原理を活用しており、素早く静かに効率良く空気を移動できる優れものです。取り付け方向を逆にするだけで、排気ファンにも吸気ファンにもなります。

換気扇は、暑く湿った CO_2 の欠乏した空気を排気するのに使います。大きくわけて３タイプあり、それぞれ長所と短所があります。

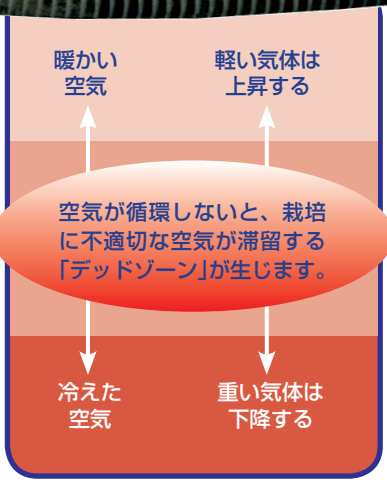
⬅このプロペラファンは船のスクリューを連想させます。十分に機能させるためには大きな排気口が必要です。ゆっくりとした回転にもかかわらず、大量の空気を静かに排気します。

⬅遠心ブロワは多翼ファンを内蔵しており、カタツムリのような形をしています。小さな排気口でも素早く大量の空気を運び出せます。小さい割にパワフルですが、大きな音をともないます。

⬇ジャバラのダクトは取り付けが簡単です。取り付ける時はダクトをできるだけ短くし、曲がる箇所を最低限に抑えましょう。30 度以上の角度をつけると、取り込んだ空気の多くがスムーズに排気されなくなってしまいます。できる限りまっすぐ短くが鉄則です！



暖かい空気は上昇し、冷たい空気は下降しますので暑く湿った空気を排気するために、換気扇は必ず栽培室の上の方に取り付けます。
また多くのガーデナーは、排気ファンと同じ大きさの吸気ファンも取り付けることで空気の流れを最大限に活かすようにしています。



➡葉周辺の空気に含まれるCO_2はすぐに枯渇するため、生長を促進するためには数分毎に新鮮な空気が必要になります。

➡サーキュレーションファン（循環用扇風機）には固定式と可動式があります。固定式の場合、風は一定方向にしか流れず、常に風を直接受ける位置の植物は乾燥しやすく、風の届かない位置の植物には必要なだけの空気が行き届きません。

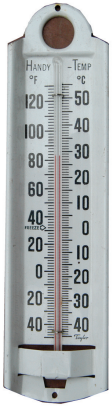
⬇可動式ファン（写真は首振り扇風機）は広い範囲に風を送ることができます。テーブルに置いたり、壁や天井に固定したりして使います。

➡このタイプのサーキュレーションファンは、前面のパネルを回転させながら風の吹き出し方向を変化させます。テーブルに置いたり、壁や天井に固定したりして使います。

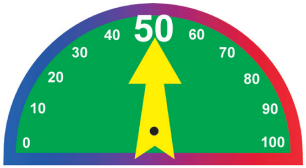
サーキュレーションファンの目的は、植物の葉周辺の空気を循環させたり、暖かい空気と冷めたい空気を混合させたりすることです。葉が満遍に軽く揺れるように設置しましょう。熱く湿った空気を換気扇の方向に送るのにも使えます。

温度と湿度

夜間、温度が下がると同時に相対湿度（※注釈）は急激に上昇します。逆に温度が上がっても空気中の水分量に変化はありませんが、相対湿度は低下します。毎日昼と夜に湿度を計測し、記録をつけ、方眼紙などにグラフ化して栽培室の湿度変動が見られるようにしましょう。

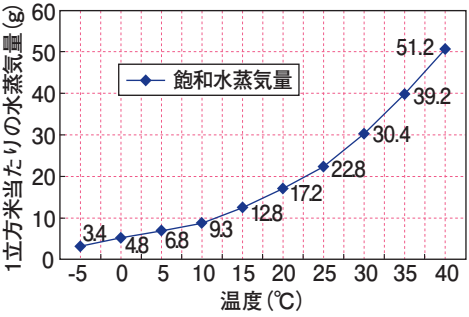


←栽培室には正確な温度計が不可欠です。栽培室の昼夜の温度はもちろんのこと、貯水槽内の培養液の温度も測る必要があります。



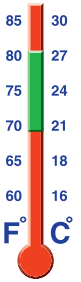
←ほとんどの栽培室では相対湿度50%が理想的です。

←デジタル温湿計を使えば、ボタン1つでいつでも簡単に計測できます。



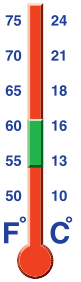
空気はこの曲線の数値以上の水蒸気を含むことができないので、結露をおこし余分な水蒸気は水となります。この場合の相対湿度は100%です。結露をおこす栽培室では、早急に湿度対策が必要です。

↑温度計と湿度計の両方を兼ね備えた計器を使えば、覗き込むだけで簡単に温度と湿度がチェックできます。

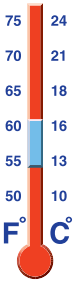


←昼間の温度は21～27℃の間にするのがベスト。

→夜間の温度は13～16℃の間にするのがベスト。



→貯水槽内の培養液は常に13～16℃を保ちましょう。



（※注釈）**相対湿度**：空気中に含まれる水蒸気の量と、その温度の空気が含み得る水蒸気の最大量との比率。

大気調整コントローラー

←サーモスタット（温度自動調整器）を使って、換気扇を自動運転させることができます。24℃に達すると、換気扇が自動的に動くように設定します。

ヒューミディスタット（湿度自動調整器）も同じく、換気扇に接続できます。植物の生長期では湿度 70%、開花期では湿度 50% で換気扇が自動運転するように設定します。

←ヒューミディスタットは非常に便利な製品で、数多くのメーカーから発売されています。栽培室特有の過酷な環境下でも持ちこたえられるように設計されています。

←換気扇、ヒーター、エアコン、CO_2 ボンベなど複数の機器を取り付け、一括してコントロールできる高性能コントローラーもあります。中にはリモートセンサーやパソコンと接続するインターフェースを有する機器まであります。

照明

⬆植物栽培に用いられる高輝度高出力（HID）ランプには、明るく黄色っぽい光を出す高圧ナトリウム（HPS）ランプや、自然な太陽光に近い白い光を出すメタルハライド（MH）ランプなどがあります。苗や挿し木も含めて植物は、自然な太陽光に近い色の照明で良く生長します。開花期には、赤味がかった黄色の照明が効果的です。これらのランプは筒状や球根状など様々で、いずれも専用ソケットと安定器（バラスト）が必要になります。また、高圧ナトリウムランプの中には別途スターターが必要なものもあります。園芸用で人気があるのは、250W、400W、600W、1000W のものです。

⬆苗や挿し木、低照度植物には蛍光灯がうってつけです。もっとも人気のある蛍光灯は 20W と 40W のものです。FL20、FL40、FL65 といった品番で売られており、数字が大きいほど明るい蛍光灯になります。

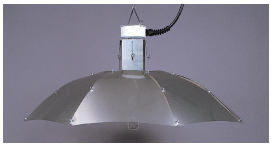
⬅コンパクト蛍光灯は、十分な明るさがあり効率的です。低照度植物にも高照度植物にも適応できます。メーカーによっては、大きなワット数のものも販売しており、200W のものは高照度植物の栽培に適応します。

➡ヨーロッパの 55W コンパクト蛍光灯。
長さ 50cm。

リフレクターは、様々な大きさや形のものがあります。重要なのは植物に均等に光を分散するリフレクターを選ぶことです。鏡のような反射板やくっきりとした折り目のある反射板は避けましょう。また、電球は縦置きより横置きになっている方が効率が良いということも念頭に入れてください。

⬆調節式 A ウィングリフレクターは均等に効率良く反射するのでオススメです。

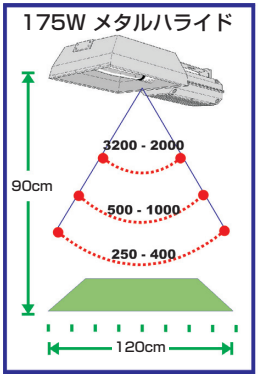
⬆多くのリフレクターは、二重パラボラ形状で、反射板の外側にさらにカバーがかかっています。このリフレクターの反射板は銅鍋のようにデコボコしています。

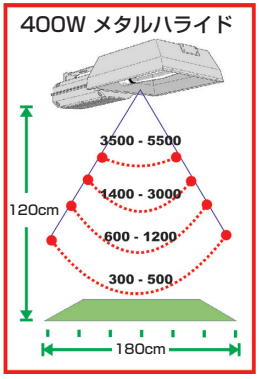


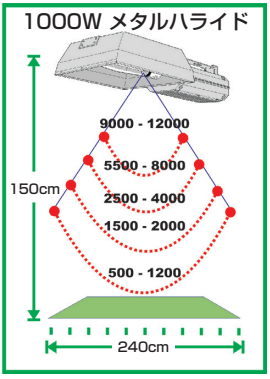
⬆パラボラドーム式のカバーは、ランプの取り付けが垂直になり、やや効率が落ちます。対策として、植物との距離を近づけることで効率を上げることができます。低照度植物の栽培に向いています。

⬆照明移動用トロリーは、栽培室内の照明器具を往復運転させます。こうすることで、植物の照明焼けを防ぎ、均等に光をあてることができます。移動することで照明効率が上がります。

⬅光度計を使って、リフレクターがどれぐらい光を反射しているかを計測しましょう。光度計を使うことで効率の悪い器具を購入したり、効果的でない設置を避けることができます。







電気

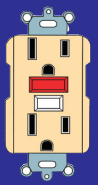
栽培場所が屋内でも、温室でも、屋外であったとしても電気は必要です。そして、ご存知の通り、電気と水の組み合わせには危険がともないます。

Watts 電力の単位

Amps 電流の単位

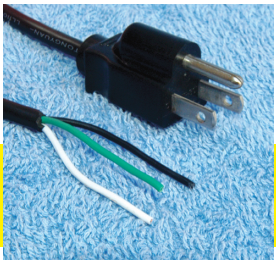
Volts 電圧の単位

ブレーカー付きコンセント (GFI) を利用するのが安全です。GFI を使うと、過重な電流が回路を流れた時には自動的に電源が切れます。屋内や温室では必ず使うようにしましょう。



⬅ブレーカーは過重な電流が回路を流れる時、自動的に遮断してくれるスイッチです。

⬇白と黒の線は電気、緑の線はアース用です。



オームの法則：電圧 (V) x 電流 (A) = 電力 (W)

100V x 3.6A = 360W

200V x 1.8A = 360W

感電は死に至ることもあり、非常に危険です。鉄則として電気関連は必ず腰から上、水廻りは腰から下に設置するようにしましょう。

ブレーカーにはアンペア数の表示があります。以下の早見表を参考にして下さい。

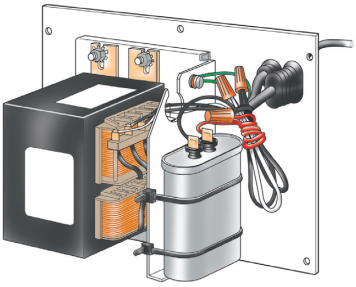
過負荷早見表

表示アンペア数	上限アンペア数	過負荷アンペア数
15	13	14
20	16	17
25	20	21
30	24	25
40	32	33

システムを自動制御する精巧なタイマーが、様々なメーカーから発売されています。

栽培室を規則正しく機能させるためにはタイマーが必要です。照明のオン／オフのほか、水耕栽培システムではポンプのオン／オフを自動制御するためにもタイマーは欠かせません。

高輝度高出力(HID)ランプを点燈させる安定器(バラスト)は、トランスとコンデンサーを内蔵し、電流を制御しています。一部の高圧ナトリウム(HPS)ランプでは、別途スターターを必要とするものもあります。防水用ケースは水がかかるのを防ぐほか、感電事故を引き起こさないためにも重要です。安定器はタイマーに接続されます。複数のHIDランプを制御できる大型タイマーなど多種多様です。



⬅ 15A、100Vのデジタルタイマーは1000Wまでのランプに使用できます。

➡このダイヤルタイマーに取り付けられている「ピン」の位置によって、1日に複数回、水耕栽培システムのポンプのオン／オフが自動制御できます。

⬇ダブルタイマーがあればより複雑な自動制御も可能です。

電気料金表（東京電力株式会社）2007年

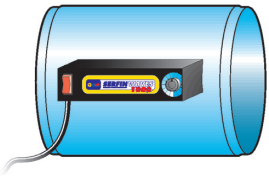
KWH単価	1日12時間利用時		1日18時間利用時	
	日額	月額	日額	月額
20.04円	240円	7,214円	360円	10,821円

各電力会社によって料金は異なります。
（電気代はバカにならないッス！）

花粉と臭気

花粉や臭気を含む植物からの飛散物は、不快なばかりかアレルギー症状を引き起こしてしまう場合もあります。このような状況に陥らないために、活性炭フィルターやオゾン発生装置がオススメです。また芳香剤を使って好みの香りにする方法もあります。

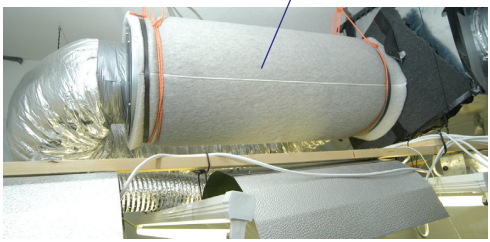
➡オゾン発生装置は栽培室に取り付けることができます。空気中にオゾンを発生させ、臭気を消します。必ずメーカーの指示に従って使用してください。紫外線を直視すると危険です。

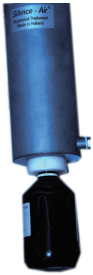


⬅換気ダクト内に取り付けるタイプのオゾン発生装置もあります。オゾン（O_3）と酸素（O_2）は１分以上交わらないと完全な脱臭効果が得られません。

活性炭フィルター

➡活性炭フィルターは、臭気だけでなく空気全体をも浄化します。写真の活性炭フィルターは穴の開いた換気ダクトの周りをスッポリくるんでいます。このような活性炭フィルターは、相対湿度が 60% を超えると効果が激減します。





⬅エッセンシャルオイルを使って好みの香りにしたり、臭いを目立たなくする方法を好む人もいます。液体、ジェル、スプレー式など様々です。

オゾン発生装置は空気を紫外線照射することで酸素をオゾンに変えます。１個増えた酸素分子は臭気を出す分子とくっつき、その臭いを消します。この時点でオゾンは酸素に戻ります。

オゾン発生装置には、どの程度の体積（米国製なら立方フィート、日本製では立方メートル）まで効果があるかが説明されています。栽培室や温室の体積は、幅 x 奥行き x 高さで計算します。

二酸化炭素

二酸化炭素 (CO_2) は、大気中に 0.035 ～ 0.04% の割合で存在する無色無臭な気体です。急生長中の植物は、最大 0.15%(1500PPM) まで消費します。CO_2 がたっぷり与えられると、植物はより早くより大きく生長します。逆に、大気中の CO_2 含有量が 0.02%(200PPM) を下回ると、生長は急激に衰えます。植物は暗い間 CO_2 を必要としません。

⬅ CO_2 放出装置にはレギュレーター、流量計 (フローメーター)、CO_2 ボンベが取り付けられています。このユニットと換気扇はタイマーによって連動し、換気直後に CO_2 が放出されます。

⬇ CO_2 発生装置は、プロパンガスや天然ガスを燃焼することで CO_2 を作り出します。

⬅この大気コントローラーは、換気と CO_2 放出量を調整し、栽培室での一定した CO_2 を維持し続けます。

CO_2 放出装置

狭い栽培室の場合、CO_2 放出装置を利用します。CO_2 は空気よりも重いので、必ずサーキュレーションファンなどで混ぜるようにしてください。

CO_2 放出装置には少しずつ常時放出するものと、時折一気に放出するものとがあります。ほとんどのガスメーカーはボンベのリースをしています。一般的には、2.5kg、5kg、7.5kg、10kg とあり、使用量やスペースにあわせてお選びください。

CO_2 発生装置

CO_2 発生装置には、口火、流量計、燃焼室がついています。プロパンや天然ガスを燃焼するため、大きな温室などに適しています。ガスと大気中の酸素を燃焼することで CO_2 と水蒸気を作ります。１ℓの液化プロパンは約 269 ℓのガスとなり、747 ℓ程度の CO_2 をもたらします。

必要なものは？

次の表を参考に必要になる物と
コストを把握しましょう。

品名 / コスト
水耕栽培システム (¥6,000 ～ ¥100,000)
pH 計 (¥6,000 ～ ¥30,000)
EC 計 (¥8,000 ～ ¥30,000)
換気扇 (¥10,000 ～ ¥50,000)
サーキュレーションファン (¥5,000 ～ ¥30,000)
温度計 (¥1,000 ～ ¥15,000)
湿度計 (¥1,000 ～ ¥15,000)
サーモスタット (¥5,000 ～ ¥20,000)
ヒューミディスタット (¥8,000 ～ ¥20,000)
タイマー (¥3,000 ～ ¥10,000)
コントローラー (¥8,000 ～ ¥50,000)
CO_2 (¥1,000 ～ ¥20,000)
エアフィルター (¥8,000 ～ ¥30,000)

太字の品は場合により省略可。

水と養分

水は究極の溶剤です。植物の生育に必要な養分を、根が吸収できる形にして運んでくれます。この働きを最大限に活かすためには、水の品質管理が重要になります。

植物は、空気や水から二酸化炭素、水素、酸素を吸収します。その他の養分は、培養液、つまり肥料を水に溶かしたものから吸収します。植物が効率良く吸収するための適切な培養液の配合が不可欠です。

一般的に水道水には、高い濃度のナトリウムやカルシウム、硫黄や塩素が含まれていることがあります。また、pH が高過ぎたり、低過ぎたりする可能性もあります。硫黄を含む水は臭いや味ですぐにわかります。また、海岸沿いの地域では、過剰なナトリウムが含まれていることもあります。年間降雨量が 50cm 未満の地域では、水に多くのアルカリ塩が含まれていることがあります。

健全な水耕栽培を実現するためには、品質の良い水が必要です。カルシウムやマグネシウム、ナトリウムといったミネラル分の含有量が 140PPM 以下の水道水や井戸水であれば、水耕栽培にそのまま使えます。500PPM 以上になると、無数のトラブルの元となります。

⬆水道水中のナトリウムを始めとしたミネラルの過剰含有は、写真のシャワーヘッドを見てもわかるように、白く蓄積されるので目で確認することができます。

含有物質が 300PPM 程度の水の場合は、逆浸透膜浄水器を使って浄化する必要があります。この浄水器に汚染水を入れると片方からは浄化された水が、もう片方からは汚染物質を含んだ水が排出されます。

⬅逆浸透膜浄水器を活用して汚染水を浄化します。

⬆水は肥料を混ぜる前に必ず EC と pH を測定しましょう。測定器がない場合は、水のサンプルを水耕栽培専門店に持ち込んで検査してもらいましょう。

pH

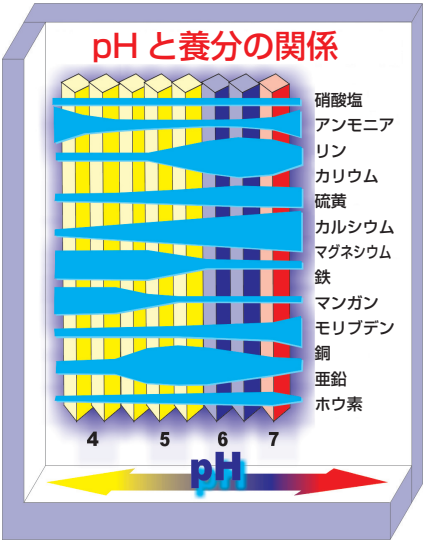
pH(ペーハー) とは、酸性度やアルカリ度を測る 1 ～ 14 までの単位です。pH1 はもっとも酸性が強く、7 は中性、14 は強アルカリ性です。数値が 1 変化するごとに、酸性やアルカリ性の度合いが 10 倍強くなります。つまり、pH5 の水は、pH6 の水より 10 倍、pH7 の水よりは 100 倍も酸性が強いのです。健全な植物の生育には pH の測定とコントロールは欠かせません。

pH が低過ぎる場合、酸性塩が化学反応で養分と結合してしまい、根が十分に養分を吸収できなくなります。pH が高過ぎる場合も同様に、根は養分を十分に吸収することができません。塩類の増大は水の吸収までも阻害してしまいます。水耕栽培をする場合、培養液の pH は 5.5 ～ 6.5 の間が理想的です。

培養液の pH は 0.5 ポイントほど変動しても大きな問題にはなりませんが、pH5.5 ～ 6.5 より大きく逸脱すると養分吸収に影響が出ます。

根は様々な養分を違う速度で吸収します。このように一部の養分だけが先に吸収されると、培養液の pH が変動します。pH が 5.5 以下、6.5 以上になると十分な速度で養分吸収ができなくなります。(ギリギリ pH が 7 まではイケます)

⬆温度測定も出来る pH 計。電極交換が可能で自動温度補償も付いた日常防水型。



pH 計

最近では低価格で使い勝手の良い pH 計が売られています。低価格のものでも、普段ちょっと使う分には何ら差支えありませんが、高価なものほど精密です。pH 計には、酸化剤や還元剤の影響を受けることが少なく、いろいろな溶液について測ることのできるガラス電極法がもっとも多く用いられています。pH 計は、何千回と繰り返し使うことができるため、リトマス試験紙などを使った方法よりもオススメです。

⬆培養液の pH を測定しているところ。

pH Up と pH Down で培養液の pH を調整しよう

定期的に培養液の pH 値をチェックしよう。

pH Up

水耕栽培で使われる肥料はもともと酸性のため、水と肥料を混ぜ合わせた培養液の pH は時間とともに次第に下ってしまいます。良くかき混ぜた後に pH Up（主に水酸化カリウム）を使って希望する pH 値まで上げます。

pH Down

パッケージの説明に従って、ゆっくり少しずつ pH 調整剤を投入しましょう。

水は植物にくまなく養分を運び、蒸散します。これは pH が上がる原因のひとつです。培養液を良くかき混ぜた後に pH Down（主に硝酸かリン酸）を使って希望する pH 値まで下げます。

肥料を水に溶かした 1 時間後に pH 測定をし、必要に応じて pH Up や pH Down を使い適正な pH 値に調整しましょう。

自前で用意した高濃度の酸は使わず、pH Up や pH Down を使いましょう。この手の製品は緩衝液になっており、安全に使用できます。

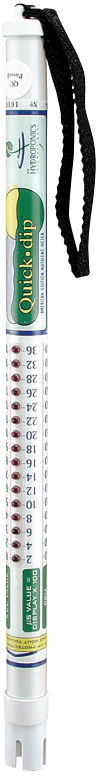
⬅伝導率・TDS・温度測定が１台で出来る、電極交換も可能な日常防水型伝導率計。

EC、PPM、CF、TDS、DS

EC(イーシー)

培養液にどの程度電流が通るかを測定します。理論上、純水は電流を通しません。肥料を加えることによって電流が通るようになり、その量が増えるほど電流が通りやすくなります。電流の通しやすさを示すものを伝導率 (EC) と言い、mS/cm(ミリジーメンスパーセンチメートル)、または μ S/cm(マイクロジーメンスパーセンチメートル) で示します。

EC を測定することで培養液中の養分濃度を知ることができます。しかし、どの養分がどの程度含まれているかまではわかりません。つまり、EC は培養液中の全ての養分の濃度です。どんな種類の養分でも、水に溶かせば EC は上昇します。



⬆写真の Quick-Dip Thruegeon は、初期の頃に登場した手軽に使える EC 計です。

mS/cm は水溶液中の養分濃度を測定するもっとも的確な測定単位のひとつですが、テクノロジーの進化の中で違う測定単位もいくつか出現しました。そのひとつ PPM(100 万分率) は 100 万分のいくらかという割合を示す単位で、水溶液中に溶解する全ての物質の濃度を測る TDS(総溶解固形分) 計ではこの PPM で表示されます。多くの TDS 計は mS/cm を PPM に換算するものです。メーカーによって 1mS/cm を 500PPM に換算したり、620PPM に換算したり、多少の相違があります。本書では 1mS/cm は 650PPM で換算します。

⬆ Sal Testa EC 計は裏側に換算表が付いています。

EC 計

EC 測定値は、温度によっても変わります。高品質な EC 計には、自動または手動の温度変化調整機能が備わっています。温度まで考慮しないと、正確な測定はできません。正確な測定をするために、これから投入する培養液と、貯水槽に入っている培養液の温度が同じであることを確認しましょう。低価格の EC 計の寿命はせいぜい１年程度でしょう。高額なものは数年の間は大丈夫でしょうが、定期的なメンテナンスを怠ると値段に関係なく寿命が短くなってしまいます。電極は常に清潔な状態を保つようにし、電極が腐食していないことを確認しましょう。腐食した電極では正確な測定はできません。

EC の測定方法

EC を測定するには、まず貯水槽からサンプルを取り出します。培地 (ロックウール、ココヤシファイバー、ピートなど) にスポイトを少なくとも 5cm 程の深さまで差し込み培養液を採取します。採取したサンプルは、それぞれ清潔な瓶に入れてから EC 計を使って測定をします。通常であれば、培地から採取したサンプルの方が貯水槽のサンプルより若干高い EC 値になっているはずです。培地から採取したサンプルの方が目立って高い場合、培地内で養分（栄養塩類(※注釈)）が過剰に蓄積されています。薄めた培養液で培地に過剰に蓄積されている養分を洗い流してから、正しい濃度の新しい培養液に入れ替えましょう。

EC と pH の同時採取で時間節約

肥料を足すにつれて伝導率は比例して上昇します。培養液は通常 0.75 ～ 3mS/cm の間になります。植物がもっともよく生長するのは 0.75 ～ 2mS/cm の間です。

肥料をたくさんあげると大きく育つと考えがちですが、それは大間違いです。肥料濃度を高くし過ぎる (EC が高い) と浸透圧の関係で根の養分吸収を妨げます。

(※注釈) **栄養塩類**：生物が正常の生活を営むのに必要な塩類。植物では窒素、リン、カリウム、硫黄、カルシウム、マグネシウム……。

肥料

水耕栽培用肥料

高品質な水耕栽培用肥料は水溶性で、必要な全ての養分がバランス良く配合されており、不純物を含みません。このような高品質肥料を製造するメーカーでは、フードグレードの養分を用い製造しています。今では、必要な養分がバランス良く配合された素晴らしい水耕栽培用肥料が数多く製造されています。製品には１液式と２液式があり、全ての養分は吸収と同化（※注釈）そして生長に適した完全水溶性になっています。品質の悪い肥料は不純物が沈殿し、蓄積することがあるため、メンテナンスにさらに手をかける必要が出てきます。高品質なものは、完全水溶性であるだけでなく、根がすぐに吸収できるようにも工夫されています。

⬅２液式は、養分の微調整が自由にできるようになっています。主要栄養素と微量栄養素については、30 ～ 33 ページで詳しく説明しています。

⬆現在は、１液式肥料を製造するメーカーが多くなっています。測定したり混ぜたりする手間がかからない分、１液式を好むガーデナーが多くいます。

水耕栽培専門店では、生長状況に応じた、もっとも良い肥料やその配合方法をアドバイスしてくれます。情報収集のため行くしかナイッス！

植物が必要とする養分がどのような過程によって作られたか、という事は植物に何ら影響を与えない、というのが専門的な考え方です。しかし、オーガニック（有機）にこだわり栽培された野菜や果物は、風味があり美味しいと断言するガーデナーもいます。次のページでは、このようなオーガニック肥料についても触れてみます。

（※注釈）**同化**：生物が栄養として外界から摂取した物質を、自体を構成する特定の成分に変える作用。

Bio-Grow

Bio-Bloom

Fish-Mix

ハイドロ・オーガニック肥料

ハイドロ・オーガニック肥料とは有機物を原料とした水溶性肥料です。有機物は微生物の働きによって分解され、無機物となり、植物に吸収されます。植物は基本的に無機物を吸収し栄養としています。

ハイドロ・オーガニック栽培とは、ハイドロ・ボールやロックウールなどの培地で、ハイドロ・オーガニック肥料を使って植物を栽培することです。

多くのガーデナーは、手間ひまかけてハイドロ･オーガニック栽培をする理由として、風味があり美味しい野菜や果物が育てられるからだとしています。その目的達成のためには植物がすぐに吸収できる水溶性であることがベストです。

どの肥料をどの程度配合し与えるべきかを決めるには、細部にわたって注意を払いながら繰り返し実験をする必要があります。配合済みのハイドロ・オーガニック肥料を使う場合であっても、どのタイミングで与えるか？試行錯誤は当り前です。頑張ってください。

また、ハイドロ・オーガニック栽培では EC の測定も骨が折れます。その点、化学肥料は簡単に測定できます。そして、植物がその時に必要とする養分を的確に与えることが簡単にできます。

ハイドロ・オーガニック肥料は複雑な構成であるため、pH や EC は変動しやすくなります。問題回避のためハイドロ・オーガニック栽培においては３日に１回新しい培養液に入れ替えましょう。必ず同じ店から購入し、その肥料について事前に把握しておくと良いでしょう。

また、ハイドロ・オーガニック肥料を数種類混ぜて、自分にとってベストな配合を見つけるのもひとつの手です。

添加物

一般的には活力剤と呼ばれ、植物がより養分を吸収しやすくしたり、病害虫を予防したり、生長を促進させたりするものです。

活力剤は以下のようなものを含有しています：天然植物ホルモン、フミン酸、フルボ酸、ビタミン、微生物、蛋白質、アミノ酸などです。効果は種類や配合、与える量によってまちまちで根の強化、ストレスの減少、養分利用率の向上、クロロフィル生成の促進、発芽促進など様々です。

Flora Micro

ALG-A-MIC

フミン酸やフルボ酸は軟質炭やピート（泥炭）から作られます。いずれも、植物が腐って堆肥化したものです。フルボ酸は植物そのものに働きかけるのに対して、フミン酸は培地と反応し、より栽培に適した状態を作り出します。

植物性ホルモンの多くは海藻から抽出されます。冷水でエキスを抽出する方法がベストです。食品加工業の副産物から抽出した場合は多くのホルモンが壊された状態になっています。

SUPER ViT

微生物を含有する活力剤は、微生物の成長サイクルを考慮し、小まめに投与すると良いでしょう。

プロテイン、アミノ酸、そしてビタミンも植物に有用です。ただし、こちらはまだその具体的な効果やメカニズムが完全には解明されておらず、現在もなお研究が進められています。濃度や配合によっては、まったく違う効果をもたらす場合があります。

活力剤を購入する際は信頼のもてる店舗から購入し、アドバイスを受けるようにしましょう。全ての問題を即解決！などと、まるで奇跡の活力剤であるかのような誇大広告はえてして大嘘なので、騙されないようにしましょう。

下の表は各成分の有効量を PPM（100 万分率）で表したものです。このガイドラインから大きく逸脱すると、栄養となる成分、すなわち養分の過不足が発生します。

成分	PPM 範囲	標準
窒素	150 ～ 1000	250
カルシウム	100 ～ 500	200
マグネシウム	50 ～ 100	75
リン	50 ～ 100	80
カリウム	100 ～ 400	300
硫黄	200 ～ 1000	400
銅	0.01 ～ 0.5	0.05
ホウ素	0.5 ～ 5.0	1.0
鉄	2.0 ～ 10	5.0
マンガン	0.5 ～ 5.0	2.0
モリブデン	0.01 ～ 0.05	0.02
亜鉛	0.5 ～ 1.0	0.5

溶解栄養塩類の利用範囲表

電気伝導率 (EC) は mS/cm、総溶解固形分 (TDS) は PPM で表しています。

範囲	望ましい	可能	塩類被害あり
	（ただし、EC の mS/cm 測定に難あり）		
	0.75 ～ 2.0	2.0 ～ 3.0	3.0 以上

TDS(PPM 表記)	望ましい	可能	塩類被害あり
	500 ～ 1300	1300 ～ 2000	2000 以上

1mS/cm は 650PPM に相当します。

厳密に 1mS/cm = 650PPM で換算すると 0.75mS/cm は 487.5PPM（0.75 × 650）
3mS/cm は 1950PPM（3 × 650）です。悪しからず。

培養液

栄養となる成分の過不足や有害物質の蓄積を避けるためにも、培養液は週に 1 回、少なくとも２週間に１回は入れ替えましょう。大きな植物の場合は必ず週に 1 回は入れ替える必要があります。植物は色々な成分を違うペースで吸収するため、長く放置してしまうと不均衡が発生し、pH 変動を引き起こします。そのため、予防的処置としてもっとも効果があるのは培養液の交換です。肥料をケチってしまうと生育不全の原因になります。

水耕栽培システムは、定期的にチェックとメンテナンスを必要とします。ポンプ、パイプなどの接続部分や温度などを定期的にチェックすることは、植物の健全な生育に必要不可欠です。高性能なシステムになるほど、大きな成果を得るためのスキルもそれだけ複雑になります。システムが誤作動をおこすとたちまち植物に影響を与えてしまいます。例えば、電気が切れたり、ポンプが壊れたり、排水溝が詰まったり、pH や EC のバランスが狂ってしまったらどうなるでしょう？故障が数日間続いた場合、植物への影響は極めて大きく、回復には数日、長ければ数週間もかかってしまいます。

とにかく、週に 1 回は培養液の交換をしましょう。

培養液のメンテナンス

植物は非常に早いペースで培養液を摂取するため、培養液を定期的に補充する必要があります。そして植物は養分よりも水の方を多く消費します。１～２週間程度であれば、貯水槽から減った量の水 (pH 調整済み) を足すだけでも大丈夫です。培養液の総入れ替えをせずに何週間もほったらかしの状態を続けるのは避けてください。賢いガーデナーは週に 1 回は必ず培養液を完全に入れ替えます。古い培養液を抜いたあとに、薄めの培養液を 1 ～ 2 時間循環させてから、所定の培養液で貯水槽を満たします。

真水を使うよりも、薄めた培養液 (通常の 1/4 以下) を使った方が、
蓄積した余分な肥料や有害物質を効率的に洗い流す効果があります。

毎日決まった時間に貯水槽と培地、そして循環する培養液の EC 測定を実施しましょう。

培養液中の養分濃度を測定するには、ペンタイプの EC 計が便利です。普段、水を足すだけだと、EC が下がって時々液肥を追加する必要が生じるでしょう。貯水槽は常にほどよく満ちた状態をキープしましょう。小さな貯水槽ほど毎日のチェックが必要になります。

培養液の作り方

まず貯水槽が清潔であることを確認しましょう。新しい培養液をつくる際には、貯水槽内に蓄積した塩類が混ざらないようにゴシゴシこすって取り除きましょう。

純水を使うと、後で培養液を測定する際に無駄な労力がかなり省けます。使用する水に 300PPM 以上の不純物がある場合は、必ず逆浸透膜浄水器にかけてください。

まず貯水槽に清潔な新しい水を必要量入れてください。続いて、肥料メーカーの使用説明書の指示に従い、貯水槽に入れた水に対して必要となる養分の量を計算します。メーカーの指示に従うことで、その製品の特性を発揮することができます。疑問が生じた際は、水耕栽培専門店に相談に行きましょう！

培養液を作る際には、正確に測定できる計量カップを使いましょう。

液肥を使う場合は直接貯水槽に投入しても構いません。粉末や細粒状の水耕用肥料を使う場合は、ぬるま湯 (32 ～ 38℃) で完全に溶かしてから貯水槽に投入します。この際、全ての固形物が溶けきっていることを確認してから投入すれば、確実に貯水槽内の水と混ざります。投入後すぐにかき混ぜましょう。

新たに作った培養液は、約 1 時間後に pH と EC を測定します。必要に応じて pH Up や pH Down を投入して調整します。

pH と EC は毎日決まった時間に測定するようにしましょう。定期的な測定と調整は元気な植物を育てるコツです。

これから説明する項目は一見すると小難しそうですが、実際はそうでもありません。養分(栄養塩類) についての背景知識を身に付ければ、植物がなぜ特定の養分を必要とするのかが理解でき、養分の過不足によっておきる症状にいち早く気付き、適切な措置が取れるようになります。

養分とは植物が生きていく上で必要不可欠な成分です。炭素、水素、酸素などは空気や水から吸収され、それ以外の成分、すなわち養分は培養液から吸収されます。

培養液とは植物が必要とする養分を水に溶かしたものです。植物が元気に生長するために必要になるのは、少なくとも 16 種類の基本的な養分です。そしてこれらの養分は、根がスムーズに吸収できる好ましい配合で使用することが必要です。

養分は大きくわけて２つのカテゴリーから形成されています。(1) 主要栄養素は、植物が最も必要とする養分である、窒素、リン、カリウム、そして二次的な養分であるカルシウム、マグネシウム、硫黄をさします。(2) 微量栄養素とは、非常に少量ながらも必須な養分、ホウ素、塩素、コバルト、銅、鉄、マンガン、モリブデン、セレニウム、シリコン、亜鉛です。また上記の養分は、可動式栄養素と非可動式栄養素にも分類されます。

可動式栄養素は、植物の中を移動することができます。植物内でその養分をもっとも必要としている箇所に移動するため、欠乏すると古い葉から先に影響が見られます。窒素、リン、カリウム、マグネシウム、亜鉛が可動式栄養素です。

非可動式栄養素は、一度植物内に取り込まれると移動をしないため、欠乏すると新しく生えた葉から先に影響が見られます。カルシウム、ホウ素、塩素、コバルト、銅、鉄、マンガン、モリブデン、セレニウム、シリコン、硫黄が非可動式栄養素です。

養分

主要栄養素

植物がもっとも多く必要とするのが主要栄養素です。肥料のラベルを見ると、この主要栄養素である窒素 (N)、リン (P)、カリウム (K) の「N-P-K」割合がパーセンテージで大きく表記されています。必ず N-P-K(窒素、リン、カリウム) の順番です。
植物の生長には常に植物がこれらの養分を利用できる形状で存在していることが必要です。

窒素（N）

生長期の植物は、とにかく大量の窒素を消費し、生長が終わりに近づくにつれ、消費量を減らしていきます。窒素はすぐに消費されるため、高い頻度で補充する必要があります。

水耕栽培用の肥料では、アンモニア (NH4+) や硝酸 (HNO3) を配合します。植物はアンモニアを容易に吸収できる反面、高い濃度では植物にダメージを与えます。その点、硝酸は高い濃度でもアンモニアほど植物にダメージを与えません。しかし植物は硝酸を容易に吸収しない難点があります。

窒素が欠乏し始めると、低い位置にある葉の葉脈間が黄色く変色してきます。放置すると、全体的に黄色くなり最悪、葉が枯れ落ちてしまいます。

窒素欠乏の初期症状

リン欠乏症の初期症状

リン（P）

リンがもっとも多く消費されるのは発芽から苗の間、挿し木の時、そして開花期です。「開花促進」を謳った肥料は開花期を狙ったもので、多くのリンを含んでいます。

リンが不足すると植物は発育不全を起こします。葉は小さく、青緑色になり、斑点が現れることもあります。古い葉の先端は色が濃くなり、次第に広がっていきます。最悪、黒紫色に枯れた斑点が現れ、茶褐色へと変色し、しおれ、最後には枯れ落ちてしまいます。

カリウム（K）

カリウムは、糖分や炭水化物の合成と移動、また細胞分裂に必要不可欠です。葉緑素を殖やし、気孔を制御し、病気から守り、強い根を作り、水の吸収を促進します。

カリウムが欠乏すると、葉の先端や外周が濃い黄色に変色し、やがて葉全体に拡がり枯れてしまいます。茎がひ弱で、硬くなったりもします。

カリウム欠乏症の初期症状

二次栄養素

植物は二次的な栄養素も大量に消費します。生長の早い植物の場合、普通の肥料では追いつけないぐらい消費することもあります。高品質な水耕栽培用肥料であれば十分に供給できます。

マグネシウム（Mg）

植物は非常に多くのマグネシウムを摂取するため、欠乏することは珍しくありません。

マグネシウムが欠乏すると、低い位置の葉の葉脈間が黄色く変色します。次第に外周、先端、そして葉脈間が錆びのような茶色になります。

マグネシウム欠乏症の初期症状

カルシウム（Ca）

ほとんどの植物は、主要栄養素と同じぐらいの量のカルシウムを必要とします。欠乏状態を回避するためには、十分な水溶性カルシウムを含んだ肥料を使うことが重要です。

屋内栽培の場合、カルシウムが欠乏する事は滅多にありませんが、欠乏すると葉は非常に濃い緑色になり、生長が非常にゆっくりになります。極端な欠乏に陥ると、新しく生えた枝は黄色から紫色がかった色になり、変形しながらしおれて枯れてしまいます。

カルシウム欠乏症の初期症状

硫黄（S）

多くの肥料は何かしらの形で硫黄を含んでいるので、硫黄の欠乏は滅多にありません。純粋な硫黄はなるべく避けて、硫酸マグネシウムのような硫黄化合物を含む肥料を選びましょう。硫黄は水に溶けやすい性質をもちます。地下水、河水、湖水はほぼ確実に硫黄を含んでいます。

硫黄が欠乏すると、若葉はライムのような黄緑色や黄色に変色します。葉脈間が黄色くなり、みずみずしさが失われます。窒素の欠乏状態と良く似ています。

硫黄欠乏症の初期症状

微量栄養素

微量栄養素は必須である一方、量が多過ぎると毒になります。主に、主要栄養素が植物によって活用されるための触媒的な役割を担っています。必要となる微量栄養素を全て供給するためにも、水耕栽培専用の高品質な肥料を選ぶ必要があります。各微量栄養素の量が記載されていないような安物は避けましょう。

亜鉛 (Zn)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn) はもっとも欠乏しやすい微量栄養素です。水耕栽培ではいずれかひとつでも欠乏したら大きな問題になってしまいます。多くの場合、これらの成分は同時に欠乏する傾向があり、特に水の pH が 6.5 を超えている時は顕著です。

亜鉛、鉄、マンガンの欠乏は、特にカリフォルニアを含むアメリカ南西部、オーストラリア、降雨量の少ないヨーロッパの一部など、乾燥して土壌も水もアルカリ性の地域で多くみられます。それぞれの欠乏初期症状は同じで、若い葉がしおれます。亜鉛、鉄、マンガンのどれが欠乏しているのかを見極めるのは非常に難しく、全てが欠乏している可能性もあります。
改善するためには３種類全て
投与するのが賢明でしょう。

葉脈の緑色を残し、それ以外が黄色く変色した場合は、鉄、亜鉛、マンガンのいずれかが欠乏している可能性があります。

水と肥料は、植物が育つのに必要とする養分を与えるために必須です。水は通常、多くの溶解性物質を含んでおり、これらの物質の多くは水に溶け込んだ塩類です。

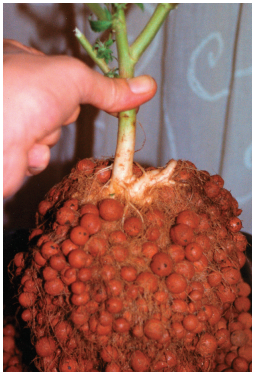
使用する水の溶解性物質が 300PPM を超えるか、またはナトリウムだけで 50PPM を超える場合は、水に肥料を加え、培養液を作る前に逆浸透膜浄水器を使って不純物を取り除きましょう。この簡単なプロセスを実施するだけで、養分欠乏を事前に予防し、養分欠乏によって起こりえるあらゆる問題から解放されるはずです。丈夫で元気な植物は、それだけで害虫や病気にも強くなります。

水に肥料を加えて培養液を作る前に、水の pH を測定しましょう。ほとんどの肥料は酸性のため、水に加えると pH が下がります。

肥料を水に加えた後も pH を再度測定し、必要に応じて pH 調整をしましょう。培養液の pH が安全な 5.5 ～ 6.5 内になるように、pH Up や pH Down を投入して調整しましょう。

定期的に培養液の EC を測定しましょう。毎日同じ時間に、貯水槽の中と培地の両方を測定しましょう。貯水槽と培地の測定結果は近似値になるはずですが、もし差が大きいようであれば培養液を交換しましょう。

培地



ハイドロ・ボールにしっかり根を張り巡らせたトマト

土を全く使用しない水耕栽培ではロックウール、ハイドロボールなどの培地が根を支えることになります。この培地が酸素 (空気) や水、養分を蓄えます。培地のテクスチャー、pH、養分コンテンツの３つの要素が、その培地で植物が育つかどうかの鍵となります。

培地のテクスチャーはその大きさと構造により決まります。培地としてふさわしいテクスチャーだと根がしっかり張られ、酸素が蓄えられ、養分が吸収され、余分な水が排水されていきます。大きさ毎で言うと大きな粒子 (目が粗い粒) の場合、粒と粒の間には空隙が生じ、排水性もバツグンです。しかし、その分、水を与える頻度を高くする必要があります。小さな粒子 (目が細かい粒) の場合は、隙間なく密着するため、排水はゆっくりになり水を与える頻度は低くなります。保水力、保肥力、保酸素力、そして根の張り具合は全て培地のテクスチャーによります。

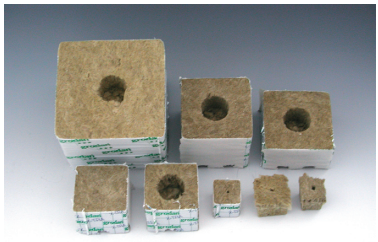
バーミキュライト、ピートモス、ロックウール、コイアのようなファイバー素材は、細胞内に多くの水を含ませることができます。また、これらは培養液の成分を変質させません。エブ＆フローのような毛管現象を利用したタイプの水耕栽培システムでは、非常に優れた培地となります。

植物を除去した後の培地から、蓄積した塩類を洗い流したりする作業は、時間がかかり大変です。また、バーミキュライト、ピートモス、ロックウール、コイアは、一度収穫した後は空気を蓄える能力が落ちるので、再利用は出来ません。

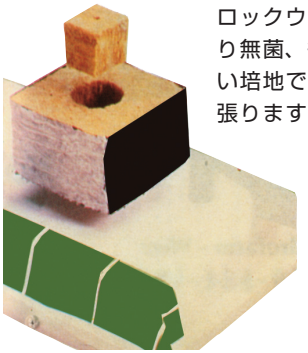
ハイドロ・ボール、パーライト、軽石、砂利、砂、砕いた陶器といった鉱物系培地は不活性です。微生物や化学薬品に触れても性質が変化しないため、培養液を変質させません。

鉱物系の培地を再利用する際は、古い根を除去し、蓄積された塩類を洗い流します。稀に、ハイドロ・ボールやパーライトはボロボロになってしまい、再利用が難しい場合もあります。

ロックウール



⬆様々な種類やサイズがあります



⬆ロックウールミニは穴の開いたロックウールポットに入れ、さらにロックウールマットに載せます。

ロックウールは不活性であり無菌、多孔質の分解しない培地で、根はしっかりと張ります。苗や挿し木用としてはもちろんのこと、大きく厚切りにしたものはテラスガーデンでの栽培にも利用できます。

メーカーによって厚板状（ロックウールマット）、キューブ状（ロックウールポット：10 × 10 × 10cm・ロックウールミニ：3.6 × 3.6 × 3.6cm）、大きな塊状からクズ状まで様々です。ロックウールは培養液と空気を多く保持できる優れものです。

ロックウールの pH は高いので、実際に使う際は数時間、場合によっては前の晩から低 pH の溶液に浸す必要があります。

高品質なロックウールは軽く、ファイバーは規則性なく四方八方に流れています。このような不規則なファイバーの流れによって根は自由に広がることができます。ファイバーには吸水性のものと、そうでないものとがあります。

⬆このロックウールポットの下側にある溝が排水性を良くしています。

ロックウールのサイズが大きいほど多くの培養液を蓄えられます。完全に乾燥する一歩手前まで植物は特にストレスを受けません。

⬆ロックウールマットは、藻類の発生を抑えるため、遮光性の高いビニールに覆われています。

ココヤシファイバー

ココヤシファイバーは、ココピート、パームピート、ココス、コイアとも呼ばれています。コイアはココヤシ皮のファイバーで、使う前に水に浸して樹脂などの残留物を洗い流す必要があります。自然分解性のあるコイアは、その構造を保っている間は多くの水を蓄えることができます。

洗浄され、プレス加工された高品質なブロック状のものは、ほぼ不活性でナトリウム分をほとんど含みません。ブロック１つの重量は 600 グラムから１キロ程度で、pH は 5.5 ～ 6.8 です。

⬆プレス加工されたココピートブロックは配送や保管に便利です。濡らすと元の大きさの約８倍に膨張します。

⬆厚板状のココピートもあり、培養液を加えるだけですぐ使えます。

COCO - MIX

コイアは単独でも使用できますが、排水性と通気性を改善するためにパーライトかハイドロ・ボールを半々に混ぜます。ロックウールの上にコイアを薄くかぶせ置くことで過度の乾燥も防げます。

乾燥したブロックを手で粉々に砕いて使うこともできます。水を含むと元の大きさの約８倍に膨張します。最大限の恩恵を得るには栽培場所の空気をよく循環させ、また、換気もきちんとしましょう。

ハイドロ・ボール

⬆根が、このようにハイドロ・ボールの隙間から覗いてくれれば移植することができます。

ハイドロ・ボールは軽く、不活性、pH は中性で再利用が可能です。外部を硬いセラミックで覆われた丸い粒の内部は、多孔質のため培養液を見事に保持します。また、球形であるため、粒と粒との間にはたくさんの空間が存在し、これが養分の吸収をはかどらせます。言うまでもなく、排水性にも優れた一押しの品です。

ピートモスやコイアなどに混ぜて、その排水性を高めると同時に培養液を四方八方に分散してくれます。他の培地にかぶせ置いた場合は、過度の乾燥を防ぎ、藻類の生長も抑えます。

ハイドロ・ボールを使った水耕栽培は、多くのオフィスビルやホテルを始めとした公共施設でも利用されており、ポピュラーです。そして、バラのように高い排水性を必要とする植物の栽培には特に適しています。

LECA、Geolite、Hydroton といったブランドの商品が発売されており、大きさは様々です。

⬆再利用するにはハイドロ・ボールを網の上に載せて、十分な水でゴミを洗い流します。

⬆ハイドロ・ボールの内部は多孔質のため、水や空気を多く保持できます。

⬅ハイドロ・ボールで栽培されているこの生長したペッパーはすでに実をつけ始めます。

土壌改良剤

➡パーライトは真珠岩などの破砕片をポップコーンのように高温で膨張させた多孔質な細かい粒です。デコボコした表面にも多くの培養液や空気を含ませることができます。多目的パーライトは主に細目、中目、粗目の３種類にわけられます。吸水性のある他の培地に対して最大で 1/3 まで混ぜることで排水性と通気性の改善をします。

➡バーミキュライトは雲母を高温で膨張させたものです。ファイバーに多くの培養液や空気を含ませることができるため、排水性の高い培地に加えることで保水性を高めます。吸水性、保水性に優れていることからウィック（底面吸水栽培）システムで多く使われます。挿し木に使う場合は細目を、他の培地に混ぜる場合は粗目を使いましょう。

➡ピートモスとは広大な湿原でコケ類が長年堆積し、半ば腐食したものを乾燥させ砕いたものです。ミズゴケピートやハイゴケピートは、単独で使うこともできます。乾燥したピートモスはなかなか水を吸いません。よく揉みほぐし十分吸水させてから使います。pH は３～５で、分解が進むにつれて低くなります。元（乾燥時）の重量の 15 ～ 30 倍の重量の水を保持できます。

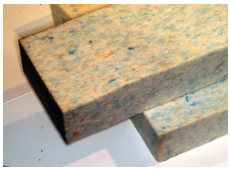
その他の培地

陶器片

←陶器片は、重いものの不活性で空気をよく含み排水性が高く、何より有り難いことは無償で入手できることです。培養液や空気は表面に蓄えられます。

軽石

←軽石や溶岩は多孔質で、水に浮くこともあるほど軽いのが特徴です。無数に開いた穴に水や空気を含みます。しかし、角が鋭いため動かすと根を傷つける可能性があります。



合成発泡材

←合成発泡材も水耕栽培の培地に活用できます。培養液や空気を多く含ませることができ、メーカーはその再利用性の高さを宣伝しています。

ナッツ殻ピートモス

←ピートモスをナッツの殻などと混ぜたものは経済的です。ナッツの殻によって、培地の排水性を高めると同時に、空気を多く含ませることができます。

ピート&パーライト
ミックス

←パーライトはコイアやピートモスなどの排水性と通気性を高めるために混ぜられます。様々な割合で混ぜることで、それぞれの植物固有のニーズに対応できます。

さまざまなシステム

➡ルワサ・ハイドロカルチャー・システムでは、培地が培養液を底から吸い上げます。

ウィック（底面吸水栽培）

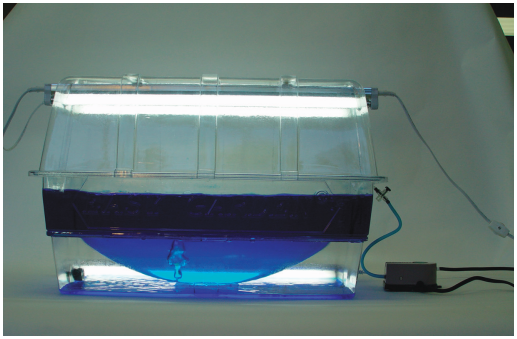
水耕栽培システムは、培養液の供給方法の違いによって分類されます。システムはパシブ (受動式) とアクティブ (能動式) に分けられます。ウィックやルワサ・ハイドロカルチャー・システムのように、毛管現象を利用して貯水槽から培養液を吸い上げるものはパシブ・システムです。アクティブ・システムでは、ポンプなどを利用して培養液が培地や根に届けられます。届けられた後に排水された培養液は、再利用するか廃棄します。

ルワサ･ハイドロカルチャー･システムでは、培地の毛管作用で吸い上げられた養分を、根は吸収します。当然、根は伸び底部の培養液からも吸収します。ウィック・システムの場合は、あらかじめ差し込まれた芯 (ウィック) の毛管作用により培養液が吸い上げられ、培地と根に届けられます。このようなパシブ・システムの場合は、吸水性の高いバーミキュライト、ピートモス、コイア、ロックウールといった培地が適しています。パシブ・システムは、ゆっくりと生長し、比較的手間のかからないフィロデンドロン属の観葉植物やベンジャミンゴム、アフリカスミレなどが適しています。パシブ・システムはポンプを使わないので安上がりです。このシステムでは、培地の選び方が非常に重要になります。常に湿った状態のため、養分吸収に必要な空気量が足りなくなる可能性があります。

⬅写真の Terraponics 社のエアテーブルは、太陽エネルギーを利用した 12V のポンプを使用しています。30 日間手間要らずでした。

エアテーブル

エアテーブルは、ガーデニングの初心者から熟練者まで、幅広い方々が魅力を感じるシンプルな水耕栽培システムです。このユニークなシステムの使い方は簡単で効率も良く、ほとんど失敗することはありません。密閉された貯水槽内には培養液がなみなみと入れられます。その貯水槽内はタイマーでコントロールされるエアポンプによって、周期的に加圧されその結果、貯水槽の上に設置された栽培トレイに培養液が押し上げられます。加圧される間中、培養液は曝気 (※注釈) されます。また、貯水槽は密閉されることによって、蒸発による培養液の減少と藻類の発生が抑制され、長期間に渡って養分の鮮度が維持されます。ポンプは外部設置式なので、全体的なコストは抑えられ、水に触れない分、感電の危険性も軽減できます。このシステムではロックウール、コイア、ピートモスなどを使うと良いでしょう。



⬅半円形の貯水槽内にエアポンプによって空気が送り込まれ、青色の溶液は上部に設置された栽培トレイに押し上げられています。外寸 70 x 23 x 25 cm のこのシステムは、自動的に水やりをしてくれるため、忙しいライフスタイルのガーデナーにはもってこいの水耕栽培システムと言えます。

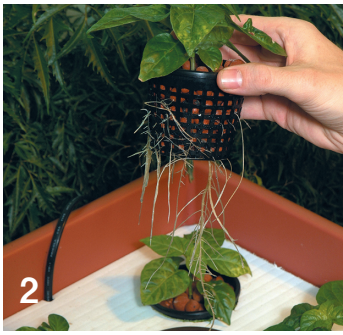
(※注釈) **曝気 (ばっき)**：空気と水を接触させて、酸素を供給すること。

ウォーター・カルチャー

ウォーター･カルチャーは、培養液そのものが培地です。植物はネットポットにフルに入れられたハイドロ・ボールに支えられ、貯水槽のフタにあけられた穴に納められます。苗の根や挿し木は、直接培養液の中に浸ることになります。また、貯水槽に沈められたエアストーン（※注釈）が培養液を攪拌し曝気します。つまり、ネットポットは空気を多く含んだ培養液の中に浸されることになります。貯水槽の中心には直径 10cm ほどのフタ付きの覗き穴が設けられており、ここから根の生育状態やエアストーンの稼動状況などが確認できます。しっかり曝気された培養液から、植物は必要量の養分をしっかり吸収できます。

ポンプを24時間稼動させるため、タイマーは不要です。単純な構造と扱いやすいこのシステムは、水耕栽培愛好家はもちろん、ちょっと試してみたいという人にもオススメです。構造は単純、且つ効率的で、ノンストップで植物が育ちます。

1


2

3

1 小さな植物はネットポットに入れられ、ネットポットは貯水槽のフタにあけられた穴に入れられます。

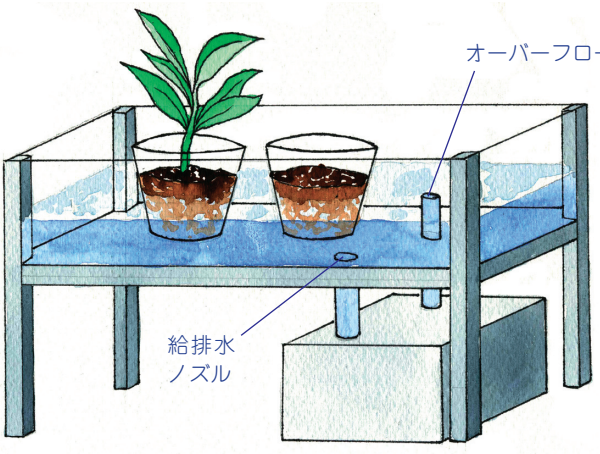
2 まだ小さなペッパーの苗もこのシステムでは急生長します。

3 このペッパーの大量の根は、たくさんの実をつけるのに必要な栄養分を適切に吸収します。

4 短期間に大量の根をつけたこのペッパーは、間もなくたくさんの実をつけるでしょう。

4

（※注釈）**エアストーン**：貯水槽内に沈められブクブクと細かい泡を出すものです。セラミック製で棒状、ボール状と形は様々でエアポンプとチューブで接続されます。



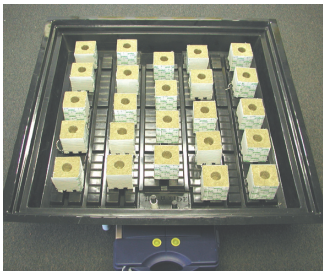
⬅培養液は栽培トレイに汲み上げられ、また元の貯水槽へと戻ります。オーバーフローノズルは汲み上げられる培養液が栽培トレイからあふれるのを防ぎ、一定量の培養液を栽培トレイに維持します。

エブ&フローシステム

エブ & フローシステムは、潮の満ち引きをイメージして下さい。メンテナンスは簡単で、使いやすいハイドロポニックシステムです。ネットポットやロックウールポットに植えられた植物は、深さ３～５cm ほどの培養液が入るトレイに置かれます。培養液は周期的にポンプでトレイに汲み上げられ、満ちていきます。培養液が培地に浸み込む際、酸素が欠乏しつつある空気を押し出します。一定の水位以上の余分な培養液はオーバーフローノズルから貯水槽に戻されます。また、ポンプが停止すると全ての培養液は給排水ノズルから貯水槽に戻ります。この時、酸素を多く含んだ新鮮な空気がまた根に届きます。このサイクルが１日に数回繰り返されます。エブ & フローシステムは、背丈の低い植物を多く栽培するのに適しています。

⬅このエブ&フロー用のトレイは、培地が吸収したほとんど全ての培養液を、排出できるようになっています。

➡ロックウールポットは、このようにトレイに並べられ、それぞれのロックウールポットの穴にロックウールミニで育った苗が移植されます。（移植は簡単、清潔で余裕っしょ！）



1 苗や挿し木は、まずロックウールミニで育てます。根が十分に生育したら、トレイに入れます。写真を見てください。根は周期的に培養液が満たされるトレイの中で立派に張っています。

2 バジルが繁るトレイの下に設置された貯水槽は栓を抜くだけで、培養液を抜き取ることができ、培養液の入れ替えに便利です。

3 苗や挿し木、小さな植物を簡単に栽培し続けられるのもエブ＆フローの特徴です。

4 培養液は、貯水槽からポンプを使って給排水ノズル (写真左) からトレイに満たされます。注水サイクルが完了すると、培養液は給排水ノズルから貯水槽へと戻ります。注水中、培養液がトレイからあふれないように、オーバーフローノズル (写真右) によって排水されます。

5 洗濯機についているような高さ調整式の脚を使うことで、トレイの水平を保ちます。それは、培養液を全ての植物に均等に行きわたらせ、余すことなく下の貯水槽に戻すためです。

円形エミッター

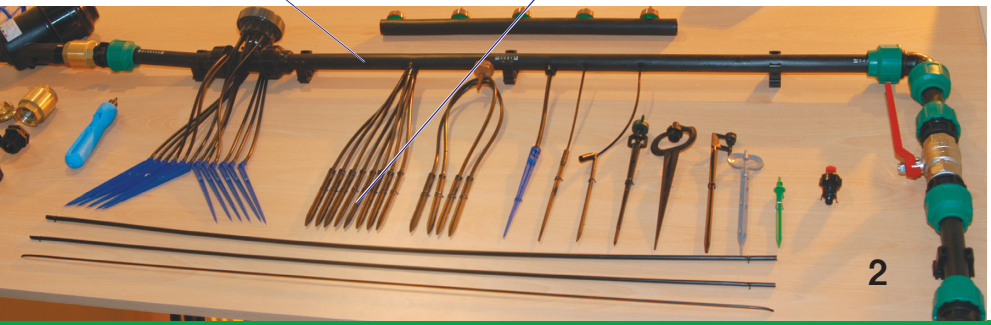
上面給水バケツシステム

上面給水バケツシステムの場合、定量の培養液が円形エミッター（写真 1）などを通して給水されます。培地上面のちょっと上より給水されることによって曝気された培養液は、根や培地を伝って滴り落ちます。ロックウール、コイア、ハイドロ・ボール、パーライトなどが培地として使われます。

上面給水システムは、バケツはもちろん、大きなトレイまで応用できます。大きな植物の場合は、20 ～ 30 ℓ もの培地を使って根を支えます。小さな植物ではそれ相応の小さな容器で十分です。

←個々のバケツ下部にある排水口をホースで連結した後、給水マニフォールドなどを使って、均等に給水することで、複数のバケツを同時に稼動することができます。またそれぞれの容器は簡単に動かせるので、個別に対応が必要になった時や移植の際にも便利です。この写真のシステムは培養液の一括管理ができます。

マニフォールド　エミッター



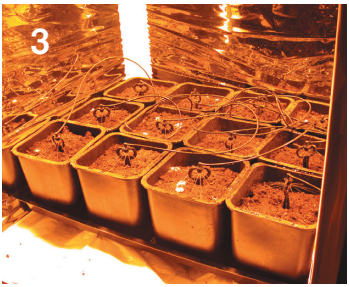
1 培養液を培地に届けるためのエミッターは様々です。ロックウールやコイアのように吸水性の高い培地なら、１ヶ所から培養液を与えるだけで十分ですが、ハイドロ・ボールなどの場合は、大きな円形のエミッターを使ったり、シングルのエミッターを数個取り付けたり、スプレー式のエミッターを使ったりして満遍ない給水が必要です。

2 写真では、１本のマニフォールドに、何種類かのエミッターが接続されています。下側に写っているチューブは３本とも違う太さで、給水量が違ってきます。

3 貯水槽は培地の真下にあります。四角い容器の方が面積を最大限に活用できます。スプレー式のエミッターで、培養液を培地にくまなく供給します。

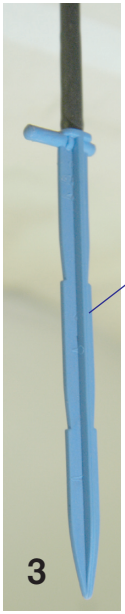
4 単体型の上面給水バケツは、培地の入ったポリポットが直接バケツの上に載せられています。単独の大きな植物を栽培するのに適しており、楽に移動させることもできます。

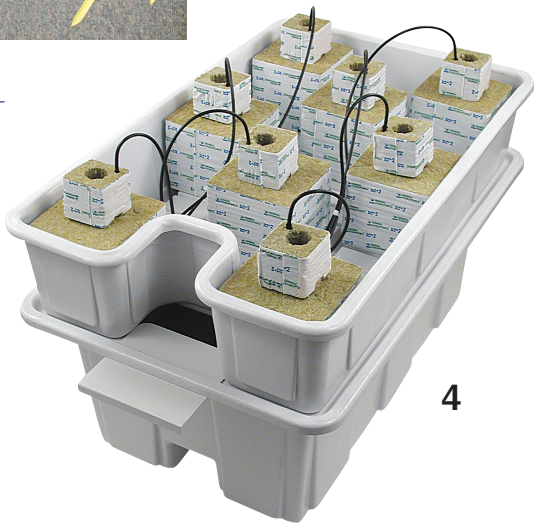
5 根は下の培養液に浸るように生長します。上面から給水される際に曝気された培養液は、培地に滞留する酸素の欠乏した古い培養液を洗い流す効果があります。



上面給水バットシステム

上面給水バットシステムは、生産性が高く手入れが簡単です。このようなシステムは、趣味の園芸から温室を使った本格的な量産農場まで幅広く活用されています。培養液はチューブを通り、エミッターから定量が培地に注がれます。培養液は一度培地を通ってから下の貯水槽に戻る際、適度に曝気もされます。





1 それぞれのトレイにロックウールマットが敷かれ、その上にロックウールポットが載せられます。１個のロックウールポットに対し、１本のエミッターが差し込まれます。トレイの下に設置された貯水槽から、ポンプが汲み上げる培養液はマニフォールドによって、それぞれのチューブに分配され、チューブの先端に取り付けられたエミッターを経由し、ロックウールポットまで届けられます。

2 マニフォールドはエミッターが取り付けられた、それぞれのチューブに培養液を均等に分配します。写真では、短いマニフォールドに４本のチューブとウォーターポンプが接続されています。チューブの先端に取り付けられた黄色の先の尖ったものがエミッターです。

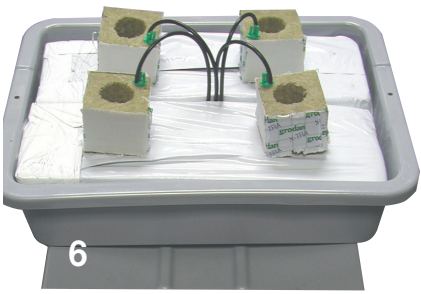
3 エミッターは培地に差し込まれ、定量の培養液が注水されるように設計されています。

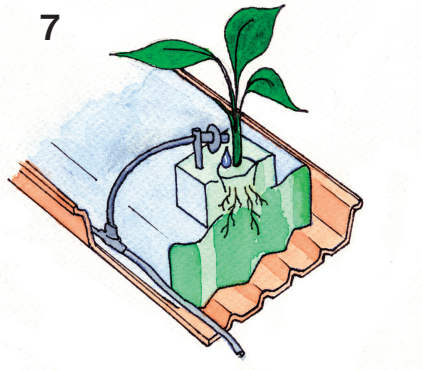
4 写真の方法では、必要に応じて植物を個別に取り出して、植え替えることができます。

5 写真の上面給水バットシステムでは、最近植えられたペッパーがすくすくと生長しています。

6 培養液は貯水槽内のウォーターポンプからチューブに送り込まれ、ロックウールポットに差し込まれたエミッターを経由して注水されます。

7 この図は、上面給水バットシステムの単純でわかりやすい給水システムを描いています。注水される培養液の量はエミッターによって決められます。曝気された培養液は培地から垂れ落ち、トレイの排水溝へと流れ出てから再び貯水槽へと戻ります。

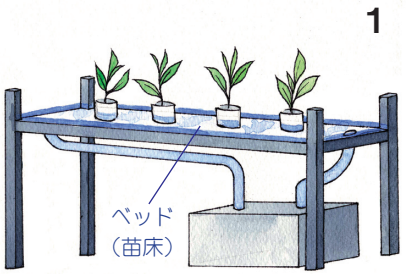


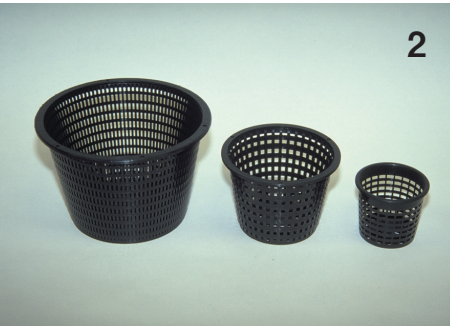


NFT システム

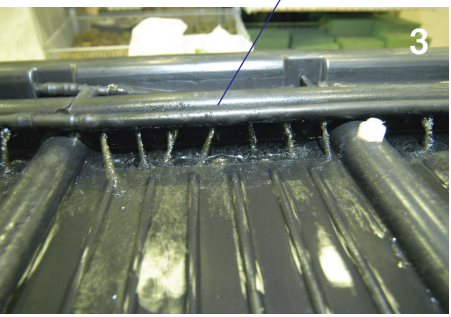
NFT(薄膜水耕) システムは、経験を積んだ本格派ガーデナー向きです。苗や挿し木が十分に根を形成したら、チャンネルと呼ばれるわずかに勾配 (1% 程度) をつけたベッド (苗床) に載せます。十分に曝気された培養液は傾斜のついたチャンネルの上側から下側に向かって薄く流れていきます。

注水は通常、24 時間連続して行われます。根は、養分と酸素を必要なだけ吸い取ることができます。入念にチューニングされた設備では非常に早いペースで植物が生長します。





このシステムの場合、培地は植物を支えるだけのものであり、培養液をほとんど保持しないので、根は常に曝気された培養液に浸されていることが必須の条件です。そのため、ポンプの停止やパイプの詰りが生じると瞬く間に問題が発生してしまいます。

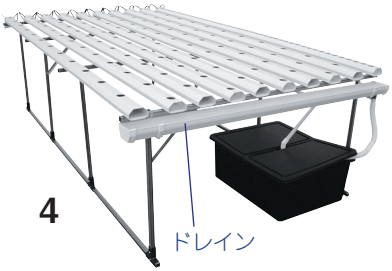


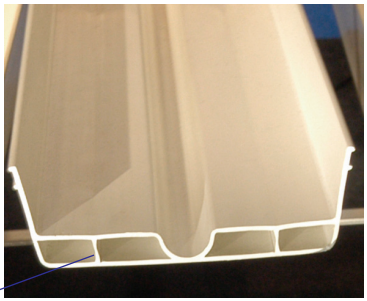
1 NFT システムでは、培養液は常に循環しています。貯水槽からポンプで汲み上げられた培養液はチャンネルを流れ、貯水槽へと排水されます。このような NFT システムで重要になるのは、相応な傾斜、培養液の絶え間ない流れと流量です。

2 ほとんどの NFT システムで使われるのは小さなネットポットです。大きなネットポットは NFT システムでも上面給水システムでも使えます。

3 マニフォールドの数ヶ所から注水されている浅い溝状のチャンネルの上に、ロックウールポットやネットポットが置かれます。

4 培養液は、貯水槽からポンプを使って傾斜のついているチャンネルの上側に運ばれます。曝気された培養液はここからすばやく下側に流れ、下側に設けられたドレイン (排水溝) を経由し貯水槽へと戻ります。



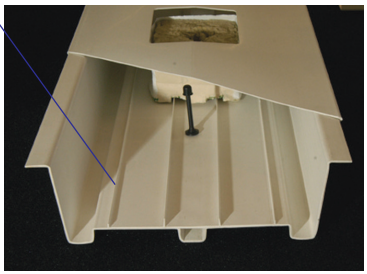


チャンネル１➡

構造補強のために下側にはリブがあり、培養液は上側の溝を流れます。

チャンネル２➡

複数のリブが均等な培養液の流れを確保し、左右の深い溝は余分な培養液の排水溝の役目を果たします。



チャンネル３⬇

単純構造の凹形チャンネルでは、培養液は中央の窪んだ所を流れます。

今、アツイのは、上面給水 NFT システムです。ここで栽培される植物は NFT システムと同様にチャンネル上に置かれます。そして培養液は上面給水システムと同様に、マニフォールドやチューブからそれぞれの植物に個別に届けられます。結果、培養液のスムーズな循環と曝気そして均等な供給が約束されます。

⬆このエアロポニックシステムでは、非常に早く植物が生長します。

エアロポニックス

エアロポニックスは、培地を一切使わず、高い生産能力を秘めています。根は培地のない暗いチャンバー内に垂らされ、酸素を多く含む培養液が定期的にスプレーされます。チャンバー内の湿度は常に100% 近くに保たれ、空気と培養液以外は何も存在しません。根は、空気中に垂れながらも培養液を可能な限り吸収します。酸素と養分の必要量全てを吸収できるため、驚異的スピードで植物は生長します。通常は、植物を支えるためのハイドロ・ボールをネットポットに入れます。

エアロポニックシステムでは細部にまで注意を払う必要があります。培養液の一時的な蓄え場所となる培地が存在しないため、システムとしてはかなりデリケートなものになってしまいます。例えば、ポンプが故障すると根はみるみる乾燥し、植物は痛手を被ります。また、スプレーノズルは、培養液の中にゴミがあると詰まってしまいます。さらに、pH や養分バランスが正しくとれていない培養液もアッと言う間に問題の原因となってしまいます。高品質な部品、信頼のおけるメーカーの完成品を購入することがとっても大事です。

メーカーによってはエアロポニックと NFT を組み合わせたハイブリッドシステムを作っています。これは NFT システムのチャンネル内にスプレーノズルが取り付けられており、培養液を根にスプレーします。その後、垂れた培養液は全てチャンネルを流れてまた貯水槽へと戻っていきます。

⬅このエアロポニックシステムでは、挿し木もすぐに長い根をつけます。

アクアポニックス

アクアポニックスとは魚の養殖 (アクアカルチャー) と水耕栽培 (ハイドロポニックス) を組み合わせたものです。これは魚と植物の共利共生関係であり、植物は魚の排泄物から得られる豊富な養分を、魚は植物によって生活環境のフィルタリングという恩恵を受けます。このような管理エコシステムは、植物栽培と同時に地下水汚染を軽減させるものとして急速に発達しています。飲用地下水の汚染物質とされる有機物を含む魚の排泄物は、植物の養分としてリサイクルすることができます。何より、このシステムの最大の特徴は 100% オーガニックだということです。

⬆ここでは小さな観賞用水槽に浮かべられたレタスが蛍光灯に照らされています。このレタスは魚の排泄物だけを養分にして育っています。

まだまだほんの手始めの段階ですが、アクアポニックスの人気は安定的に上昇しています。このシステムのもっとも顕著な利点としては、肥料代がかからないことと、それにまつわる労力が軽減されることです。また、魚の養殖タンク内に設置するフィルター (濾過装置) の必要度合も格段に軽減されます。

家庭用の水槽に観賞魚 (食用ももちろん可) を入れ、ハーブや野菜、花などを栽培するための水耕栽培システムと組み合わせるのは比較的容易なことです。趣味でアクアポニックスを活用している人の中には、一家を賄うだけの野菜と魚が得られるシステムを裏庭に設置している人までいます。

アクアポニックスについてのより詳しい情報は、*Aquaponics Journal* でご覧頂けます。
http://www.aquaponics.com/

⬆この写真は、沢山の魚の排泄物で高級レタスを栽培しているところです。

自作しよう！

必要な工具類：

テフロンテープ
ドリル
ホールソー
カッターナイフ
油性マジック

水耕栽培システムの部品：

エアポンプ・エアストーン・デジタルタイマー・オーバーフローノズル・給排水ノズル・ウォーターポンプ（70 GPH）・ホース・丈夫なプラスチック容器（栽培用）・貯水槽用のフタ・丈夫なプラスチック容器（貯水槽用）

このシステムはとてもシンプルで誰でも簡単に作れます。給排水とオーバーフロー用のノズルを除けば、ほぼ全ての部品がホームセンターで揃うはずです。

私が苗を育てるために活用したのは、ディスカウントショップで購入した、浅めで底が丈夫なプラスチック容器です。貯水槽用に購入した大きなプラスチックの容器は透明だったので、外側を黒く塗装しました。光が当たると藻類がすぐに生えてしまうので、遮光する必要があるからです。

まず栽培容器の中心近くに給排水ノズルとオーバーフローノズル用の穴を２つあけます。穴をあけたら、貯水槽のフタの上に載せ、油性マジックで貯水槽のフタに栽培容器にあけた穴の位置をマーキングします。続いて、栽培容器にあけたものより一回り大きい穴を貯水槽のフタにあけます。

⬇このエブ & フロー用のトレイには様々な大きさの容器を置くことができます。

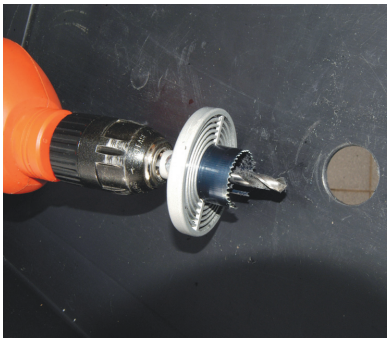
栽培容器の穴に給排水ノズルとオーバーフローノズルを差し込みます。固定する前に、ネジ山をテフロンテープで巻きます。

ホースをウォーターポンプと給排水ノズルに接続します。また、エアストーンをエアポンプに接続して、貯水槽に入れます。エアポンプは外に設置します。

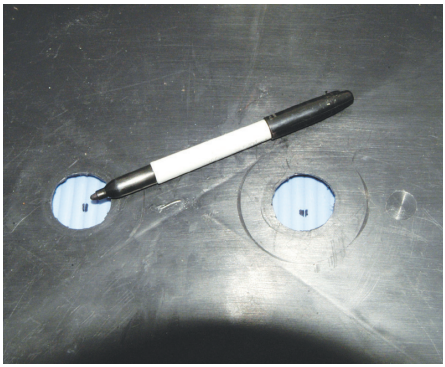
貯水槽には、栽培容器を満水にした時の２～３倍の培養液を入れる必要があります。手始めに、タイマーを１日４回、１回あたり 10 分間に設定します。ウォーターポンプが始動してから全ての培養液が貯水槽に戻るまでの時間は、絶対に 30 分を超えないようにしてください。

栽培容器にはハイドロ・ボール、コイア、ロックウールポットなどが入ったポリポットなどを置きます。

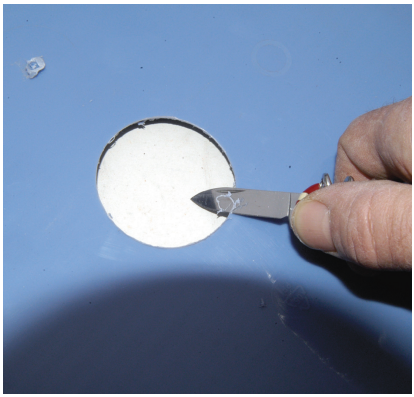
⬇中心付近に穴をあける前の、栽培用プラスチック容器。



➡栽培容器の底に穴をあけるには、写真のようなホールソーが便利です。

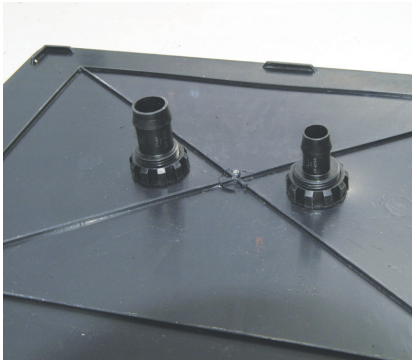


⬅栽培容器に穴をあけたら、容器を貯水槽のフタの上に載せます。穴の中心に油性マジックなどでマーキングをしておけば、貯水槽のフタに穴をあける位置の目安となります。

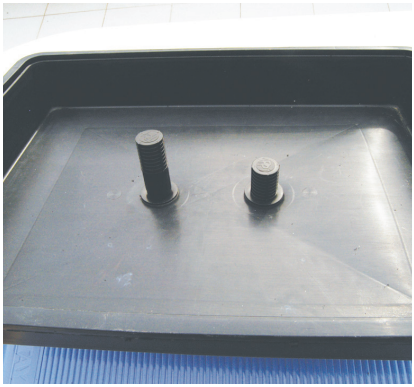


⬅貯水槽のフタにあける穴は、給排水ノズルとオーバーフローノズルの下部を差し込むのに十分な大きさにします。

➡左はオーバーフローノズル、右は給排水ノズル。

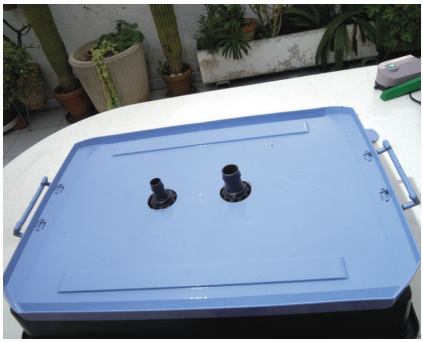


⬅栽培容器の裏側から見た状態、左がオーバーフローノズル、右が給排水ノズル。



➡左がオーバーフローノズル、右は給排水ノズル。

➡貯水槽の蓋の裏側から見た状態、左が給排水ノズル、右がオーバーフローノズル。



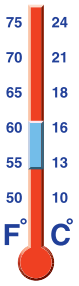
⬅同じく貯水槽のフタの裏側から見た状態、ここではウォーターポンプが緑色のホースで給排水ノズルに取り付けられています。

➡完成したエブ＆フローシステム。下側が貯水槽、青いのは貯水槽のフタ。上に載せられているのが栽培用のプラスチック容器。栽培容器中心付近、左側がオーバーフローノズル、右側が給排水ノズル。写真のように様々な大きさの容器を載せることができます。

貯水槽

←貯水槽のフタを常にかぶせることで水分蒸発や藻類の発生を始めとしたトラブルが防げます。

←写真のようなフロートバルブを使えば、水量が一定以下になると自動的に水が足されます。



➡培養液は13～16℃の間を保つのがベストです。

貯水槽は培養液を溜めておくためのものです。可能な限り大きくする方が良いでしょう。植物は養分よりはるかに多くの水を必要とします。そしてその水の多くは葉などから蒸散してしまいます。

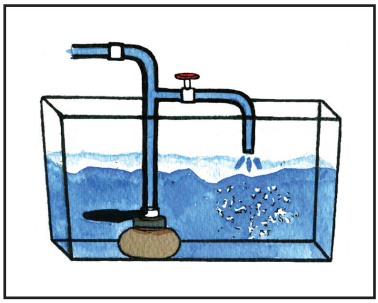
生長の早い植物では、１日に１ℓ近くの水を消費してしまうことがあります。こうして水が消費されていくと、培養液の養分濃度が高まるため、水を足さなくてはバランスが崩れてしまいます。

フロートバルブを装置すれば貯水槽内の培養液の量を自動的に一定に保てます。フロートバルブを装置しない場合「満水位置」のマーキングをし、これより培養液が減っている時にはすぐに水（pH 調整済み）を足すようにしましょう。

貯水槽温度

貯水槽内の培養液の温度は常に 13～16℃に保つようにしましょう。この温度が保てない場合は、水耕栽培専門店と相談して、貯水槽用ヒーターやクーラーを設置しましょう。

この 13～16℃というのは、蒸発と湿気を軽減し、植物の養分吸収に適している温度です。培養液が 24℃を超えると、病気や腐敗の原因になってしまいます。



⬆図のような設置例では、さらなる曝気が期待できます。

ポンプ

アクティブ (能動式) 水耕栽培システムにおいて、根に培養液を運ぶためのポンプは欠かせません。ポンプが１時間にどれだけの液体を動かせるかを GPH(ガロン／時)、またはLPH(リッター／時)で表します。

⬆写真の小さなウォーターポンプは様々な水耕栽培システムに有効です。スポンジでできたフィルターにより、異物が混入して詰りが発生するのを防止します。

エアポンプは低価格で購入できます。貯水槽の外に設置しますが、漏電による感電などの問題を避けるために、ポンプは水に触れないように注意を払う必要があります。

ウォーターポンプは培養液の入った貯水槽に沈められます。完全密閉されており、長期耐用できるオイルを使っています。このオイルは潤滑油であり、部品の冷却効果もあります。また、貯水槽の中でも外でも使える、両用ポンプもあります。ポンプを選ぶ際は、水耕栽培専門店のアドバイスを受けながら、用途に応じた高品質で保証のあるものを選びましょう。高品質なポンプは錆びが発生したり腐食したりせず、また植物に有害な物質を流出させません。

ポンプは貯水槽から培養液を吸い上げるために都合の良い位置に設置します。また、貯水槽は培養液の循環に適した位置に設置しましょう。

➡大きなポンプは少しだけ高価になりますが、高い圧力で大量の培養液を動かせます。

あなたに適したシステムは？

あなたに適したシステムはどれでしたか？ライフスタイルや予算を考慮し選びましょう。水耕栽培を試みる人の多くは、そのあまりの楽しさのために、かなりの時間を費やすこともあるでしょう。

水耕栽培システム	ウィック／ルワサ	エアテーブル	ウォーター・カルチャー
スキルレベル	低	低	低
設置	5 ～ 30 分	15 分	15 分
メンテナンス	15 分／週	15 ～ 30 分／週	15 分／週
必要面積	小	小	小
用途	生長の遅い植物	生長の早い植物	両方に適応

水耕栽培システム	エブ & フロー	上面給水バケツ	上面給水バット
スキルレベル	中	中	中
設置	15 ～ 120 分	15 ～ 120 分	15 ～ 120 分
メンテナンス	15 ～ 60 分／週	15 ～ 60 分／週	15 ～ 60 分／週
必要面積	小・中	小・中	小・中
用途	生長の早い植物	生長の早い植物	生長の早い植物

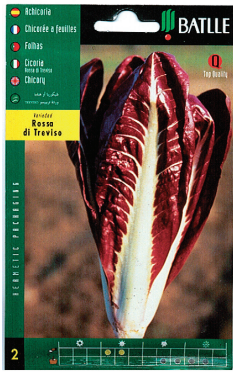
水耕栽培システム	NFT システム	エアロポニックス	アクアポニックス
スキルレベル	高	高	高
設置	30 ～ 120 分／週	30 ～ 120 分／週	60 ～ 120 分／週
メンテナンス	15 分／週	15 分／週	15 分／週
必要面積	中・大	小・大	小・大
用途	生長の早い植物	生長の早い植物	生長の早い植物

補足：全て概算です。

種と花

植物の種にはその植物を特徴付ける全ての遺伝子が詰っています。大きさ、病気や害虫に対する耐性、根の張り方、茎や葉、花や果実のつけ方など、その植物に関する全てです。

種の中には、遺伝子の詰った胚芽と、その周囲に一時的な栄養分があり、固い殻で覆われています。柔らかく色が薄緑色の種は未熟なので、避けた方が良いでしょう。収穫後１年以内のフレッシュで乾燥し成熟した種なら、早く発芽し逞しく生長します。種は乾燥した冷暗所に保管しましょう（種によっては５℃の冷蔵庫での保管がベスト）。５年かそれ以上長持ちするものもあります。



⬆種には植物の遺伝子が詰っています。

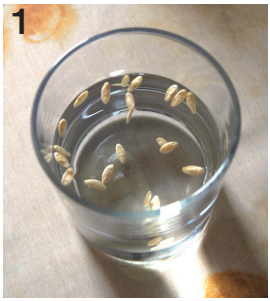
発芽後、しっかりと根が張り、枝葉が急速にすくすく伸び始めたら、生長期に突入です。生長期の植物は、光、CO_2、養分、水を限界まで取り込んで急生長します。この時、大量の窒素が必要になります。カリウム、リン、カルシウム、マグネシウム、硫黄や微量栄養素の類もそれまでより多く必要とします。

⬆青々と繁ったバジルは生長期に入っています。

長日植物は１日に 16 ～ 18 時間もの間、光を必要とし、その条件のもとで開花期を迎え、果実をつけます。長日植物の例としてトマト、ペッパー、パンジー、アフリカスミレなどがあげられます。

短日植物の例としてポインセチア、クリスマス・カクタス、白菜、菊などがあげられます。人によっては生長を促すため 24 時間、照明をつけっぱなしにする人もいます。短日植物は１日の日照時間が 12 時間以下、暗闇の時間が 12 時間以上連続すると開花期に入ります。

⬅実をつけたペッパーは、ピートモスを使った水耕栽培システムで生長しています。



⬆種を培地に植える前、半日ないし丸１日、種を水に浸けます。

⬆水に浸ける代わりに、種を水で濡らしたペーパータオルで挟みます。常に湿った状態を保つことが必要です。数日のうちに白っぽい根が出始めます。

発芽と育苗

発芽には十分な水、十分な量の空気（酸素）、適当な温度の３つがキー･ポイントです。ほとんどの種は、暗く、温度 21 ～ 32℃であれば１週間以内に発芽します。もっとも発芽が早いのは、培地温度が 24 ～ 27℃、室内温度が 21℃の時です。種には発芽のために必要とする十分な養分の蓄えがあります。

苗を育てる（育苗）には毎日欠かさず水をやり、均等に湿らせます。トレイ（苗床）に溜まった余分な水はしっかり排水します。微量の液肥を加えた水をやるとさらに生長を早めることができます。カビなどの発生を防ぐために、ブリーチ（漂白剤）を 50 倍（水 100 に対しブリーチ２）に希釈したものや専用のカビ防止剤を使うこともできます。

⬆水に浸した種、または軽く発芽し始めた種を湿らせたロックウールミニに植えます。デリケートな発芽し始めた種は扱いを慎重にし、根が下になるように植えます。

発芽し、培地から上に伸びはじめたら蛍光灯（低光量のライト）の下に置きましょう。

２～３週間ほどたって、根が培地（ロックウールミニなど）の外面に現れ始めたら植え替え、希釈した培養液を与えます。

初心者が苗を育てる時に一番犯しやすい間違いは、水の与えすぎです。均等に湿っている必要はありますが、水没寸前の状態は絶対にタブーです。

➡水に浸した種や発芽し始めた種を湿らせた培地に植えます。また、種を水に浸したりせず、直接湿らせた培地に植えることも可能です。写真では、培地として湿らせたココピートを使用しています。（ココピートは発芽用培地として最適ッス。）

⬇浅く植えたあとで、軽く穴を覆土します。再度水をやり、流れ出た余分な水がトレイに溜まらないように排水します。ココピートは均等に湿らせておきます。

⬇発芽し始めたキュウリの種。とっても華奢なので細心の注意を払い、根を下にして植えます。

⬆キュウリの芽がココピートから生えてきています。

⬇下の写真は、キュウリの苗です。楕円形の双葉（写真上側）の下に見えるのが、双葉の後に生える最初の本葉です。

挿し木の育て方

植物には有性繁殖と無性繁殖があります。種子が有性繁殖なのに対して、挿し木は無性繁殖にあたります。生長中の植物の枝を切り、根付かせる挿し木は、クローンとも呼ばれています。

挿し木で繁殖させた場合、マザープラントとまったく同じ遺伝子をもった植物になります。マザープラントが種から育ったものでも、挿し木から育ったものでも、マザープラントとして使うことができます。一番大事なことは、挿し木する枝のマザープラントが健康であるということです。生長具合や耐性などの、遺伝性特徴は全てマザープラントから引き継がれます。

⬆写真の小さなマザープラントはこれから、複数の挿し木になります。

⬆ Root Complex

事前準備

どんな植物でも、年齢や生長時期などに関係なく挿し木に使うことができますが、ベストの結果を得るには、生長２ヶ月以上の植物を使いましょう。

挿し木用に切り取った枝に炭水化物の含有量が多く、窒素が少ない場合、急速に根を張り始めます。マザープラントの炭水化物量を増やすためには、培養液を極限まで水で薄めて、マザープラントの養分を減らします。古い葉は黄色くなってきたりすることもありますが、炭水化物量が最も多いのは、このような下側にある古い成熟した枝です。

⬆ Root Juice

植えたばかりの挿し木は、根の生長を促進するために多くのリンを必要とします。窒素は控えめにしましょう。挿し木にする前に、マザープラントが健康であることを確認し、防虫剤、殺虫剤などは使わないようにしましょう。

挿し木にされるために切られることは、植物にとってショッキングな出来事です。生き残るためには、それまで葉ばかり生やしていた枝は、根も生やさなくてはいけません。根の生長を促すホルモンを活用すると、このプロセスを促進させることができます。

発根ホルモン

発根を促進するホルモンは、粉末状のものも売られています。しかし、液状やジェル状の方が茎に均等に浸透し確実です。

茎にホルモンを塗る際は、直接発根ホルモンの容器に茎を差し込むのではなく、必ず発根ホルモンを別の容器に取り分けてから使いましょう。これは、茎に付着しているかもしれない有害物質で、ホルモン液を汚染しないようにするためです。容器に余った分は、もちろん廃棄します。

注意：食用植物用に認可されているホルモン以外は使わないでください。

⬆ CLONFIX

挿し木の作り方ステップ・バイ・ステップ

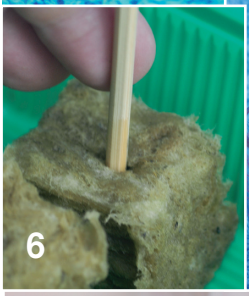
1. 挿し木の準備をしましょう。カッターナイフ、発根ジェルと取り分け用容器、割り箸、ロックウールミニ、栽培ドーム、トレイを用意します。
2. 生長過程にある、状態の良い枝を選びます。
3. カッターナイフで、枝の分岐点の少し下を斜め 45 度に切ります。挿し木になる枝は 5 ～ 10cm の長さになるようにしましょう。
4. 切り取った枝の下側の葉を切り落とします。
5. カッターナイフを使って、滑らかな切り口にします。
6. 割り箸などで、培地になるロックウールミニに枝より少し大きい穴をあけます。
7. 液状かジェル状の発根ホルモンに枝の切り口を浸けます。
8. ホルモンを施した枝の切り口からロックウールミニにあけた穴に挿します。
9. かなり薄めた培養液を与えます。
10. 湿気を保持するため挿し木を栽培ドームに入れます。

以下の手順に従うと、大抵の挿し木はすぐに根付き始めます：

- 18 ～ 24 時間連続で蛍光灯の光にあてる。
- 培地温度が 27℃で安定しており、周辺の空気はそれより３℃低い状態。
- 湿度は最初の２日間は 95 ～ 100%、それ以降７日かけて 85% まで下げる。

もうちょっとだけヒント：

- 水を霧吹きすることは、枝葉を冷やし、蒸散を鈍らせ、トラウマを受けた挿し木の水分保持を手助けします。
- 挿し木のうち何本かはしおれるかもしれませんが、数日でまた復活します。
- 根付いているかどうか確認するために茎を引っ張ったりしないようにしてください。
- ３週間程で、ロックウールミニの外面に根が見え始めます。



生長期

一度しっかりと根付いて枝葉が活発に生長し始めたら、苗は生長期に入ります。この時期はクロロフィルの生成が急ピッチで行われ、植物は得られる、光、CO_2、養分、水により青々と枝葉を広げていきます。生長を最大限に活かすためには、十分な水と養分を吸収することのできる根の形成が不可欠です。何不足なく生長した植物からは、色鮮やかな花や、とても風味豊かな果実が採れます。蒸散は、苗だった頃と比べて飛躍的に多くなるため、より多くの水を必要とします。また、より多くの窒素も必要となり、カリウム、リン、カルシウム、マグネシウム、硫黄、そして微量栄養素も以前に比べたくさん必要になります。植物が大きくなるほど根も多くなり、必要となる水と養分も増えていきます。

1 このペッパーは、最初の花をつけた後も引き続き生長を続けています。

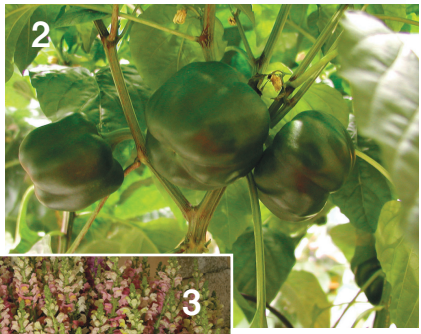
2 写真の水耕栽培ガーデンはまさに生長まっさかりです。

3 ロックウールに生えた、生長初期のペッパー。

4 このレタスは生長期に収穫されたものです。

開花と果実

頑張ったご褒美として、美味しい野菜や果物を収穫できます。植物が開花期に入ると、必要とする窒素の量が減る一方で、たくさんのリンやカリウムが必要になり、植物によってはさらにカルシウムの量を増やす必要があります。この時期は「開花期用」の液肥を使うと良いでしょう。植物は花や果実をつけると、ますます養分を必要とするようになります。多くのガーデナーは、美味しいトマトやペッパー、茄子などを収穫するために、与える培養液の濃度を段階的に高めます。特定の植物のニーズに関しては水耕栽培専門店で相談してみましょう。



また、味覚にうるさいガーデナーの中には、収穫の 10 日程前から段階的に真水を使って、植物に残留する養分 (培養液から摂取した分解代謝物) の抜き取りをする人もいます。ギリギリまで成熟するのを待ってから一気に養分を抜き取りたい場合は、「養分抽出剤」を使うと良いでしょう。このような製品を使うことによって、より早く養分を抜き取ることができます。

1. 養分抽出剤は植物に残留する養分を抜き取ります。
2. 花が咲いた後に、大きく果皮の厚いペッパーが実を結びます。あと数ヶ月間は開花し実を結び続けます。
3. 短日植物のキンギョソウは、日照時間が 12 時間以下、暗闇が 12 時間以上になると開花します。
4. 水耕栽培の場合、トマトは数ヶ月もの間、実を結び続けます。

スケジュールとチェックリスト

次の項目を確認し、正しく機能していることを確かめましょう。

	毎日	毎週
換気（定期的に新鮮な空気が入っているか？）	○	
空気循環（葉は風に揺れているか？）	○	
湿度（40 ～ 50% を維持しているか？）	○	
温度（昼間は 21 ～ 27℃、夜間は 13 ～ 16℃か？）	○	
注水スケジュール	○	
給排水システム（漏れがないか？）		○
pH	○	
EC	○	
培養液の入れ替え		○
アブラムシや害虫		○
病気やカビ		○
養分欠乏の症状		○
壁や天井（カビがないか？）		○
照明器具（植物から 30 ～ 90cm 以上離れているか？）		○
コンセント（接続箇所が熱を持ってないか？）		○
お掃除！	○	○

予防

カビや害虫の発生を予防するには、清潔さを保つことが重要です。床や栽培システムなどを常に清潔にしましょう。ガーデナー本人や使っている器具も、目に見えないカビの胞子や害虫を運ぶことがあります。これもまた、清潔さを保つことでかなり予防できます。

清潔な器具を使い清潔な服を着て作業することで、これらの問題をかなり軽減できます。屋外用と屋内用の器具をそれぞれ用意すれば、清潔さが保ちやすくなります。害虫や病原菌は、汚染された器具を媒介して植物から植物へと感染します。

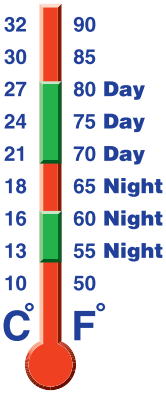
病気持ちの植物を触った後は石鹸で手を洗いましょう。また、虫だらけの屋外のガーデンをブラブラした後、そのままあなたの大切な栽培室には入らないようにしましょう。ただ庭を歩いたり植え込みに軽く触れたりしても、病害虫がつくことがあります。外から戻ってきたネコちゃんやワンちゃんなども要注意！癒し効果抜群の観葉植物やプレゼントの花束にもリスクがあります。このような問題を回避するには、とにかく手を洗い、いくつかの現実的な予防策を講じるのがベストです。

病害虫に強い品種を栽培しましょう。植物が元気な状態を保てるようにするためには、新鮮な空気の循環、湿度は 50% 前後、温度は昼間で約 24℃、夜間は昼間より約 8℃低くなるように心がけましょう。

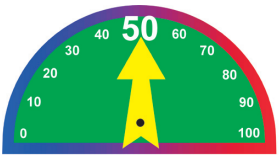
⬆他の植物からの感染を防止するため、手洗いを徹底しましょう。

⬆床の上のゴミは、速やかに定期的に片付けましょう。

⬅器具は使う前にアルコールに浸して消毒しましょう。



←ベストの成果をあげるため、昼間の栽培室は 27℃以下（24℃がベスト）、そして夜間は 13℃を下回らないようにしましょう。



% Relative Humidity

⬆相対湿度は 50% 程度を維持し、トラブル防止のため急激な変化がないように心がけましょう。

⬇昼と夜の栽培室の温度を毎日チェックします。様々な疑問点の解決に役立ちます。

トラブルの誤診

室内栽培で生じるトラブルは、肥料の過不足の問題と誤診されることがよくあります。実際には、病気や害虫による問題であることも多いのです。それ以外にも、培養液や培地の pH 異常によることもあります。水耕栽培の場合、pH は 5.5 ～ 6.5 の間を維持することで植物の円滑な養分吸収が可能になります。

温度と湿度も生長に影響します。その植物にもっとも適した理想の状態をキープしましょう。培養液の温度も定期的に計測し、16℃以下になっていることを確認しましょう。

培養液中に過剰なナトリウム (50PPM 以上) が含まれていると、根からの水や養分の吸収の妨げとなります。

植物に何らかの兆候が現れた時には、既に養分欠乏などのストレスがかかっていることになります。丈夫で元気な生長を回復するには、多少時間がかかります。

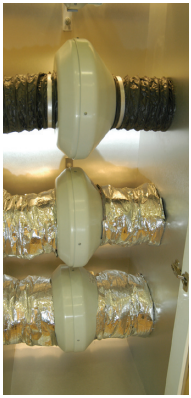
病気や害虫による問題症状を、養分の過不足との誤診は絶対にダメ！

管理ミスによるダメージの一例：

- 換気不足：生長が遅く、葉が下向きに丸まってしまう。
- 光量不足：生長が遅く、枝は細く、節と節の間隔が開く。
- 過剰湿度：生長が遅く、葉が下向きに丸まってしまう。
- 湿度不足：稀にしか起きないが、水を異常に吸収する。
- 高過ぎる温度：生長が遅く、葉が垂れ下がってしまう。
- 低過ぎる温度：生長が遅く、紫色がかり、花をつけない。
- スプレー投与ダメージ：焼けたような跡が出る。
- オゾンによるダメージ：葉に焼けたような斑点が生じる。
- 過剰注水：生長が遅く、葉がしおれてしまう。
- 注水不足：生長が遅く、葉がしおれてしまう。
- 照明焼け：葉に焼けたような斑点が生じる。
- 屋内大気汚染：生長が遅く、見るからに病的になる。

最も一般的なトラブルを回避するために、温度、湿度、そして照明を正しくコントロールしましょう。水は常に清潔なものを使い、その時に必要とする全ての養分を十分に含んだ液肥を使用し、培養液の EC と pH を正しく保ち、週に１回は貯水槽の培養液を入れ替えましょう。

⬆空気を循環させ、CO_2 欠乏層を無くす。



⬆インラインファンは、静かに素早く空気を運び出します。

➡栽培室には十分な光が必要ですが、枝葉を焦がすほど近付けすぎないように気を付けましょう。

⬆ハダニの拡大写真

⬆肉食のダニがハダニを攻撃しているところ。

⬆アブラムシは肉眼でも見える大きさです。

ハダニと害虫

ハダニ

屋内栽培ではハダニはよくある問題です。ハダニは植物の葉の裏側で植物の液汁を吸っています。ハダニがいると、葉の表面に小さな黄色っぽい跡ができます。異常繁殖している場合、霧吹きで水を吹きかけると蜘蛛の巣状の糸が見えることがあります。虫眼鏡(10～30倍)を使って、ナミハダニ、アカムシ、ミカンハダニを識別し、半透明の卵も確認できます。

ハダニの駆除

- 定期的に手入れをする。
- 湿度と温度を上昇させる。
- Tanglefoot™をポットの縁と茎に塗る。
- 除虫菊やニーム油を霧吹きで植物にかける。
- 肉食のダニを入れる。

アブラムシ

アブラムシは虫ピンの頭ほどの大きさがあるので、肉眼でも確認できます。羽根があるものとないものがあり、いずれもネバネバした甘い汁を分泌します。アリがこれを好んで食べるので、もしアリを見かけたら注意してアブラムシを探してみてください。アブラムシは植物の液汁を吸い、結果として葉が黄色く、しおれてしまいます。

少なければ手で取り除き、多ければ園芸用殺虫剤で撃退！当然、アリも駆除しましょう。クサカゲロウやテントウムシといった天敵を入れるのも有効です。

コナジラミ

コナジラミは葉の揺れに乗じ、葉から葉へと飛び移ります。成虫には羽根があり、1mm 程の小さな蛾のようです。葉の裏側に卵を産み付けます。コナジラミがいると葉の表面に白い点描が出現します。

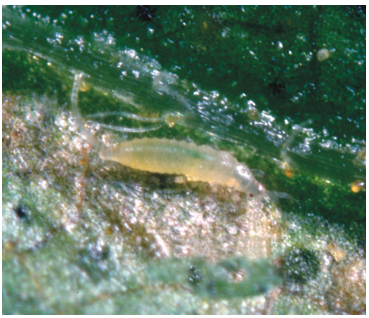
駆除するにはハエ取り紙を植物と植物の間にブラ下げます。自然界での天敵はオンシツヤコバチという蜂の一種です。園芸用殺虫剤や除虫菊、ニーム油などを５～ 10 日間隔で投与して駆除します。

⬆葉の裏側についたコナジラミ

アザミウマ

小さな羽根の生えたアザミウマは肉眼では見えにくい害虫ですが見つけ出すのは簡単です。枝を振ってみた時、落ちたアザミウマは、途端に走って逃げ始めます。アザミウマは植物の表面を削り取りながら液汁を吸うので、葉の表面に薄黄色い点描が出現します。葉は硬くなり、アザミウマの糞が点々と付着します。アザミウマは葉や花にくるまる習性もあります。

肉食のダニや蜂、タバコ (ニコチン) の入ったスプレー、除虫菊や園芸用殺虫剤で駆除します。

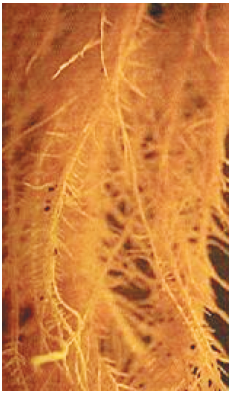


⬆半透明なアザミウマ

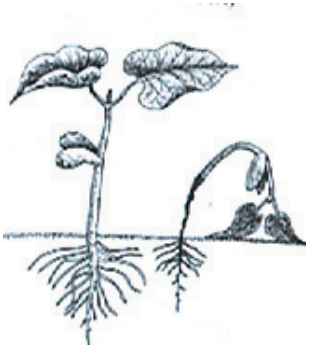
キノコバエ

幼虫は４～ 5mm 程度まで成長し、頭が黒く、体は半透明です。羽根の生えた成虫は灰色か黒で、足が長いのが特徴です。この害虫は培地や根に繁殖し、根を食べながら傷つけていきます。植物は元気を無くし、枝葉は色あせ、傷口から病気に感染しやすくなります。

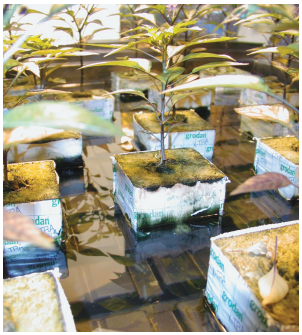
Vectobac® や Gnatrol®、Bt-Iを使って駆除します。ニーム油などで培地を洗います。



➡黒い点がキノコバエです。



⬆立ち枯れ病は、苗や挿し木の根元を腐らせます。



⬆緑藻類は、養分の多い光の当たる場所に生えます。培地を遮光して防ぎます。

病気

灰色カビ病（ボトリチス）

灰色カビ病は、暖かく湿った環境で発生し、致命傷になります。初期の頃は、綿埃のような毛羽立ったもののように見えますが、次第にヌメヌメしてきます。比較的乾燥した状態では、茎や花に焦げ茶色の斑点となって出現します。茎や葉、種などを侵食し、立ち枯れの原因になります。

灰色カビ病を予防するには空気の循環と換気をしっかりし、清潔な培地を使いましょう。感染した枝葉はアルコールで消毒したハサミなどで切り取り、速やかに廃棄します。すぐに手や道具を洗って消毒しましょう。

立ち枯れ病

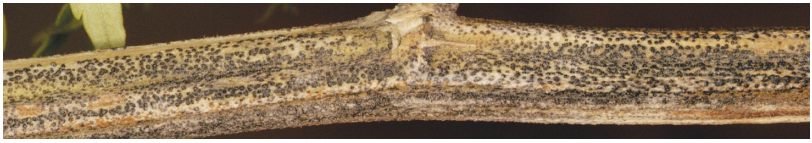
立ち枯れ病も致命的です。芽の出たばかりの種の生長も止めてしまいます。苗や挿し木は根元から腐ってしまいます。生長した植物の場合は、枝葉が黄色くなり、茎が腐ります。初期症状として根元に近い茎が細り、続いて色が黒ずみ、最後には植物全体が倒れてしまいます。

培地の湿度を管理して予防しましょう。また、種には殺菌剤を軽くかけておきましょう。

緑藻類

ヌルヌルとした緑藻類が発生するには、養分、光、生えることのできる湿った場所が必要です。緑藻類は光のあたる湿ったロックウールやその他の培地に生えます。緑藻類は特に支障はないのですが、キノコバエなどの病害虫を引き寄せてしまいます。

培地に光があたらないように遮光し、培養液に殺藻剤を混ぜましょう。

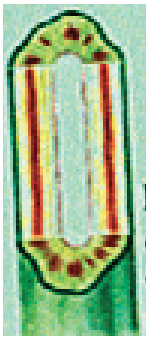


⬆ボトリチスに感染した植物の茎

饅鈍粉（ウドンコ）病

饅鈍粉病とは、植物の茎や葉の表面が、うどん粉を振りかけたように白くなる病気です。植物の生長は遅くなり、葉は黄色くなり、やがて植物は枯れてしまいます。

ひんやり、薄暗い、汚い、湿った、そんな環境にならないように気を付けましょう。空気の循環や換気をしっかりし、十分な光を与え、過剰な窒素の投与を避けましょう。Serenade® や重曹を飽和点まで水に溶かしたものをスプレーして対応します。



➡萎凋（イチョウ）病は、液体の流れを止め急速に立ち枯れさせます。極度に弱っている植物の場合、茎を切り開いてみてください。萎凋病であれば維管束が変色し、液体が流れなくなっているのが確認できます。

根腐れ

根腐れでは、根が焦げ茶色になり、生長が遅くなり、葉の変色が発生し、やがて植物全体が枯れます。根腐れの原因は、酸素不足と水浸しになった培地にあります。

フレッシュで無菌の培地を使い、栽培室を清潔に保ちましょう。カルシウム量を十分に維持しつつ、窒素の過剰投与に気を付けましょう。水耕栽培の場合、pH は 6.0 以上を保った状態で、Bio-Fungus® や RootShield® を投与します。

➡ウドンコ病菌は、ひんやり湿った環境で発生します。

フザリウム立ち枯れ病とバーティシリウム萎凋病

初期症状では小さな斑点が生じ、すぐに古い下側の葉が枯れ始めます。枯れ始める前に葉の先端が丸まることもあり、急速にカラカラに枯れたりします。植物の一部、または全体が突然枯れてしまいます。

栽培室の清潔さを保ち、フレッシュで無菌の培地を使い、窒素の過剰投与に気を付けましょう。

フザリウムにはトリコデルマ菌を、そしてバーティシリウムには Bio-Fungus® を使って対策します。種は植える前に殺菌剤で処理しましょう。

➡根腐れを起こすと根は茶色くヌルヌルしてきます。

⬆この霧吹きは、噴霧口が360度回転します。やばいアイデアッス！

⬆大型ポンプ式のスプレーは、大きな栽培室に有効です。

駆除とスプレー

病害虫は多くの場合、栽培場所を清潔に保つだけでも避けられます。枝葉や根を小まめにチェックし、病害虫の痕跡がないか確認します。栽培環境も調整し、植物が元気に育つことができる環境に整えましょう。しかし、どれだけ完璧にしていたつもりでも病害虫が発生してしまうことはあります。その場合は頑張って駆除しなければなりません。

まず、被害の程度を確認し、問題の病害虫を特定する必要があります。場合によっては、駆除に必要なものを買うハメになります。

- スプレー液は、食用作物に使用することのできる認可を得たものだけを使いましょう。
- 有害物質は絶対に使わないこと！
- 溶液を使う前に説明書を良く読みましょう。
- 殺虫剤や殺菌剤の類は、使用直前に混ぜましょう。
- 安全な場所に保管しましょう。
- オーガニックやナチュラルな成分を使っているものでも、使い過ぎれば植物に害があります。使い過ぎに注意しましょう。
- スプレーする際には葉の両面、茎をまんべんなくスプレーしましょう。
- スプレーをして24～48時間経ったら、真水のスプレーで洗い流しましょう。
- エアゾールのように霧状のスプレーを使う際は、マスクなどをしましょう。
- 危険がないよう、照明器具は上げてスプレー液がかからないようにしましょう。

はじめての水耕栽培　　価格 600 円（税込）

発行日　2007 年 8 月 29 日　　初版発行
著者　George F. Van Pattern
訳者　池上ジョナサン
編集/校正　株式会社 ぞうのタマゴ　シンクタンク
協力　Jonas van der Werf
DTP　有限会社 新映ワード

著作　株式会社 ぞうのタマゴ
発行者　大岸 宗雄
発行所　株式会社 ぞうのタマゴ
〒150-0033 東京都渋谷区猿楽町 2-11
氷川ビル 402 号
TEL 03-5457-0366

本書を無断複写複製（コピー）をすると著作者・発行者の権利侵害になります。
落丁本・乱丁本はお取り替えいたします。