

## 養液土耕栽培用肥料

養液土耕栽培とは土そのものを培地として使い、灌水と同時に肥料養分を与える栽培システムである。土の緩衝機能と土壤微生物の働きが活かされるのは特徴で、慣行栽培とほぼ同じ感覚で栽培できる。養液土耕栽培はもともとイスラエルなどが乾燥地域の節水農業のために 1960 年代から使われていた技術だが、1980 年代からは日本にもトマト、キュウリなどの果菜類や花きの施設栽培に導入されてきた。

養液土耕栽培システムは灌水装置と点滴チューブで構成され、システムの初期設置コストが安価で慣行栽培からの移行も容易である。露地栽培だけではなく、施設栽培も応用できることが特徴である。図 1 は養液土耕栽培システムの模式図である。

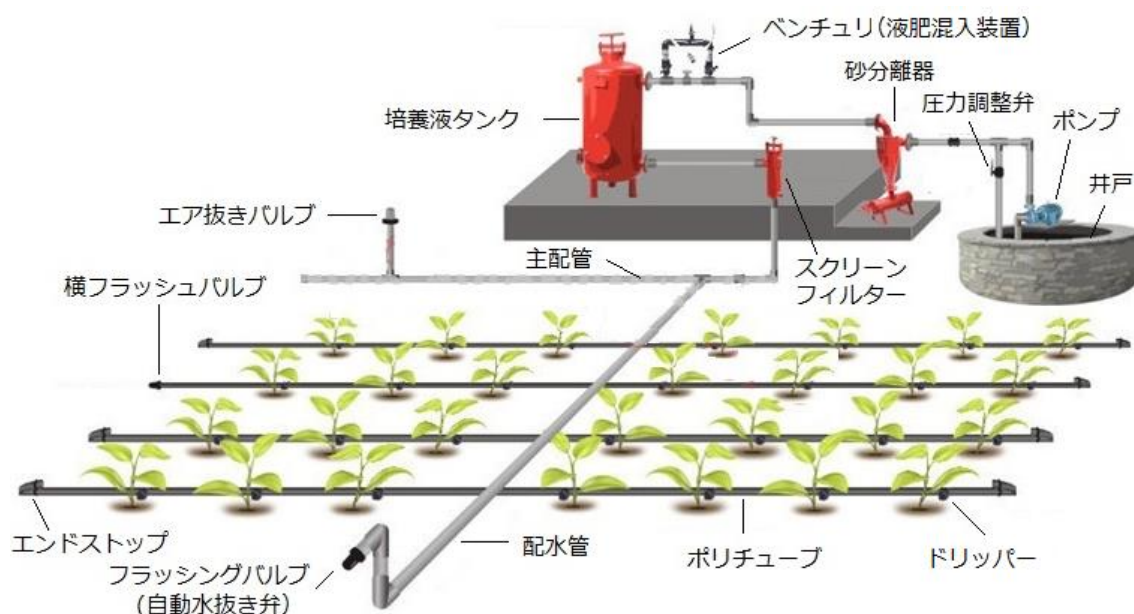


図 1. 養液土耕栽培システム模式図

養液土耕栽培システムは培養液の与え方により大きく 2 種類に分けられる。一つは地面敷設式で、配管などすべてを地面に敷設し、点滴チューブ、ドリッパーまたは点滴灌漑バブラーから培養液を作物の傍らに滴下する方法。もう一つは地中埋設式で、配管などを地中に埋めて点滴チューブから培養液を滲み出し、作物に与える方法である。通常、設置コストとメンテナンスの観点から地面敷設式が多く使われている。

養液土耕栽培のメリットは、

- ① 土を培地にしているため、慣行栽培と同じ感覚で栽培できる。作後の培地の廃棄処分も必要ない。
- ② 灌漑に使う水が少量で済み、慣行栽培より 70～80%の灌漑用水を削減できる。また、慣行栽培のように灌水直後に土壤水分過剰や酸欠状態にならず、根の水分ストレスが起きない。

- ③ 作物生長に必要な養分だけを与え、肥料の利用効率が高く、特に窒素肥料の使用量が約30%削減できる。また、土壌微生物のアンモニア化成や硝化作用が活用され、尿素や硫安、塩化加里、硫酸加里などの汎用肥料を使えるため、肥料コストが安い。
- ④ 作物への培養液が自動に供給され、灌水や施肥にかかる作業が大幅に軽減される。雑草や病害虫の発生が少なく、防除作業も楽になる。
- ⑤ 作物の生長が速く、収量が増加し、品質が安定する。
- ⑥ 作物に必要な養分だけを供給するため、余分の養分による土壌の塩分集積や地表水、地下水への汚染が回避できる。
- ⑦ 土壌の持つ緩衝能力が活用でき、水耕栽培のように原水の水質や pH を気にしないでよい。
- ⑧ 培養液を回収しないため、培養液のろ過、殺菌が必要せず、土壌病害の感染拡大を防げる。

一方、養液土耕栽培のデメリットは、

- ① システム設置費用が高い。事前に培養液タンク、ポンプ、配管、チューブなどが設置する必要がある。但し、水耕栽培や固形培地耕より設置費用が大分軽減される。
- ② 作物種類、栽培時期、生育段階、環境条件などに合わせて培養液の濃度と灌水量を調整して対応しなければならない。事前に把握していないとうまく栽培できない。
- ③ 培養液の異物でチューブやドリッパーが詰まり、材質劣化で配管に穴が開くことが多い。
- ④ 水耕栽培ほどピンポイントな制御ができない。

## 1. 肥料種類、成分と性質

養液土耕栽培は土壌に薄めた肥料溶液を点滴の形で施用するため、土壌の養分保持機能、緩衝機能および土壌微生物のアンモニア化成と硝化作用が期待できる。従って、培養液に使われている肥料は水耕栽培と同じ完全水溶性でなければならないが、廉価の尿素や硫安、塩化加里や硫酸加里も使用することができる。肥料コストが大幅に削減することができる。

また、作物は土壌に含まれている微量元素を吸収することができるので、培養液にわざわざ微量元素を添加する必要がない。

以下は、主な養液土耕の培養液に使う肥料を表 1 に示す。

表 1. 養液土耕に使う肥料種類

養分種類	肥料名
窒素	尿素、UAN、硫安、硝酸カルシウム、硝酸加里、りん酸一アンモニウム
りん酸	りん酸一アンモニウム、りん酸一カリウム
加里	硫酸加里、塩化加里、硝酸加里、りん酸一カリウム
カルシウム	硝酸カルシウム、塩化カルシウム
マグネシウム	硫酸マグネシウム、硝酸マグネシウム

## 2. 培養液の処方と使用濃度

通常、培養液の処方は、正常な生育をした植物体の分析、栽培実験で養水分吸収速度と吸収量の追跡、各養分イオンの組成・濃度を変化させながら栽培実験を行った結果などに基づいて、その最適な組成、濃度を決める必要がある。適切な配合と調節が必要であることはもちろんだが、化学反応により沈殿を生じないように肥料の選択に注意も必要である。処方の確定には手間暇がかかり、普通の農家では簡単にできる仕事ではないので、市販の配合済み肥料または農協や業者が推薦する処方を採用するところはほとんどである。表 2～4 に掲載されているものは汎用タイプの養液土耕栽培肥料処方である。

**表 2. 汎用養液土耕栽培肥料 (15-15-15-2) (100kg あたり) (キュウリ、イチゴなどに適する)**

原料名	尿素	硝酸加里	りん酸一加里	硫酸苦土
保証成分値	TN46	NN13、WK46	WP51、WK34	WMg16
配合量(kg)	25	33	30	12

当該処方はカルシウムを配合していないので、土壌などの培地に石灰などを追加する必要がある。又は別途で硝酸カルシウム液を添加する必要がある。

**表 3. 汎用養液土耕栽培肥料 (15-8-26-2) (100kg あたり) (果実の生長に適する。果菜類の生長後半に使うタイプ、トマト、ナスなどに適する)**

原料名	尿素	硝酸加里	硫酸加里	りん酸一加里	硫酸苦土
保証成分値	TN46	NN13、WK46	WK52	WP51、WK34	WMg16
配合量(kg)	30	10	31	16	13

当該処方はカルシウムを配合していないので、土壌などの培地に石灰などを追加する必要がある。又は別途で硝酸カルシウム液を添加する必要がある。

**表 4. 汎用養液土耕栽培肥料 (24-10-15-2) (100kg あたり) (初期生長と栄養生育に適する。苗期と葉菜類に使うタイプ)**

原料名	尿素	硝酸加里	硫酸加里	りん酸一加里	硫酸苦土
保証成分値	TN46	NN13、WK46	WK52	WP51、WK34	WMg16
配合量(kg)	50	10	7	20	13

当該処方はカルシウムを配合していないので、土壌などの培地に石灰などを追加する必要がある。又は別途で硝酸カルシウム液を添加する必要がある。

また、作物種類により、別途尿素や硝酸加里またはりん酸一安、りん酸一加里を上記の処方に（大体養液土耕栽培肥料 100kg あたりに 2～5kg）追加して、窒素、りん酸、加里の濃度を調節することで対応する。

表 2~4 の養液土耕栽培肥料を 6~7 倍の水に溶かして原液としてタンクに保管する。

カルシウム養分は土壌培地に pH 調整の目的で石灰などを追加するか硝酸カルシウムの 4 水塩を使う。硝酸カルシウムの 4 水塩を使う場合は養液土耕栽培肥料に配合することは固結や化学反応による不溶化の恐れがあり、別途単独で 10 倍の水に溶かして原液としてタンクに保管する。

通常、土壌中の微量元素は作物の生育に必要な量を満たすことができるので、微量元素を添加する必要がない。事前に土壌中の微量元素が不足すると判明された場合は、表 2~4 の養液土耕栽培肥料に硫酸第 1 鉄とホウ酸をそれぞれ 100g 配合してください。

### 3. 配合・希釈と使用・管理

培養液の原液を調合する際に、使用する肥料と一緒に混合・溶解すると肥料間に化学反応を起こして沈殿が生じ、肥料養分が不溶性になってしまうことがあるので、注意すべきである。特に、硫酸苦土とりん酸一安、りん酸一加里のような硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) とりん酸イオン ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) を有する肥料は硝酸カルシウムのカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) と反応して、難溶性の硫酸カルシウム ( $\text{CaSO}_4$ ) またはりん酸一水素カルシウム ( $\text{CaHPO}_4$ ) を生成して沈殿し、養分濃度が下がるばかりではなく、培養液のタンクや配管に付着して、送液に支障が出る恐れがある。この問題を解決するには、硝酸カルシウムだけを個別に原液を作り、混合せず別々に希釈してから使用する。

使用時に、灌漑水に表 2~4 の養液土耕栽培肥料原液または硝酸カルシウム原液を添加して大体希釈倍率 50~70 倍で使用する。

実際に栽培を行う際に天候と作物生育段階に合わせて、培養液の濃度を調節する必要がある。高温日照の強い日には希釈倍率を若干高くして（養分濃度を低くして）、気温が低く、日照の少ない日には希釈倍率をやや低くする（養分濃度を高くして）ことで調節する。

養液土耕栽培に用いる原水の水質が重要ではない。強酸性またはカルシウムとマグネシウムの多い硬水、ひどく汚染されている地表水を除き、通常の井戸水と河川水は土砂と懸濁物を除去すれば、使用できる。

養液土耕栽培は 1 日 2~5 回培養液を滴下して作物に養水分を与え、培養液を回収して再使用しないことが原則である。

養液土耕栽培は施設栽培の低コスト化を目的とする場合が多く、慣行栽培と同じ考えで行うと、予想外の問題が発生することもある。施設内の養液土耕によく起きた問題は次のものがある。

#### ① 土壌の選択

養液土耕栽培は、ドリッパーやマイクロ点滴灌漑バブラーから培養液を滴下した形で根に供給する。透水性と通気性のよい砂土か砂壤土に培養液の浸透と拡散がスムーズに行く。慣行栽培に好まれている埴壤土や埴土が逆に培養液の浸透と拡散を妨げ、滴下したところに培養液が溜まり、根の水分ストレスが起きかねない。従って、培土を選定する際に重粘土

を避け、粘土の多い埴土や埴壤土も砂などを混入して、透水性と通気性を改良する必要がある。

## ② 培養液以外の肥料の使用

養液土耕栽培の基本は、培養液から作物の必要な養分を供給する。慣行栽培のように固形肥料の基肥や追肥を施す必要がない。特に土づくりの名目で培土に多量の堆肥などを入れた場合は、養水分の制御ができなくなり、窒素養分の過剰で、根の張りが弱く、地上部が徒長し、葉の色が濃く、組織が軟弱、開花数が少ない症状が出やすい。酷い場合は肥料焼けが発生する恐れがある。

養液土耕栽培は養分についてゼロスタート、ゼロ終了という原則があり、余計な肥料を絶対に使わない。特に栽培の終わりになると作物は肥料を必要としなくなり、与える量も回数も減らさなくてはならない。栽培終了時に培土に余分な養分を残さないことが大事である。

## ③ 肥料の選択

養液土耕栽培は、土の緩衝機能と土壤微生物を活用することができるため、水耕栽培に使えない尿素や硫酸、塩化加里、硫酸加里も使用することができる。但し、カルシウムの多い土壤では硫酸や硫酸加里のような硫酸根の残る肥料はカルシウムと結合して不溶性の石膏を生成し、土壤が硬くなる。また、高塩分の土壤では、塩化加里を使うと塩害を重症化させる恐れもあり、選択時に注意が必要である。通常、尿素と完全水溶性の硫酸加里を使うが、硫酸と塩化加里を使用しない。

## ④ 培養液の原水

水耕栽培と同じく、カルシウムとマグネシウムイオンの多い硬水は硫酸イオンとりん酸イオンと反応して不溶性沈殿が発生しやすく、配管やチューブを塞ぐ恐れがあり、原水としては不適である。鉄や銅のような金属イオンを多く含む水も金属元素の過剰障害が発生しやすいので、原水として使えない場合がある。

もう一つは養液土耕栽培が地域で集中してやっている場合が多く、過剰灌水の場合は培養液が地下水まで浸透し汚染することもある。その地下水をポンプで汲み上げ、原水として使うと、養分濃度が狂ってしまうこともあり、注意が必要である。

## ⑤ 培養液の供給量

養液土耕栽培の特徴は植物の生育に合わせて養水分を供給し、慣行栽培に比べ水も養分も少なく済む。初心者によくある勘違いは、少ない培養液の供給で植物が育つのだろうかと心配になって、遂に多めに与えてしまったことである。水分と養分が過剰に与えると、根の伸びと養分吸収機能が落ち、生育が逆に悪くなる。また、吸収しきれない養分が土壤に残り、土壤の塩類集積が発生する。基準を守って、余分の培養液を与えないことが重要である。