

# 中学校技術科の栽培分野における 教材の研究 (第1報) 養液栽培の装置について

Studies on the Educational Materials for Crop Cultivation of Technical  
Science in Junior High School (I)  
An Apparatus for Solution Culture

高田 峰 雄・斉 藤 嘉 昭\*  
Mineo Takata, Yoshiaki Saitō

## 緒 言

現在、中学校技術科で行なわれている栽培学習では、秋菊の栽培を取り上げているものが多く、そうでない場合にも花卉栽培がほとんどで、他作物を栽培している場合は極めて少ないようである。さらに、全く実習を伴わない学習ですませてしまう例もかなりあるとも聞いている。

實際上、教育現場において実習を主とした栽培学習を行なうには、施設々備のないこと、栽培管理などに労力、時間を多く要すること、栽培結果が常に期待通りになるとは限らないこと、生物の特性としての個体差が大きいこと、作物栽培に対する理解度が十分とはいえないこと、等々に起因する困難性が大きく、ややもすると敬遠され勝ちである。しかし、若者の情緒面での発達に欠陥が指摘される昨今、自からの手で実際に作物栽培などを行なう経験をもつことが重要視され始め、また近い将来、世界的に食糧危機が予測されている現在、栽培学習を通してこれに対する理解を深めておく必要性も通感させられる。

このようなことから、中学校において技術科の栽培学習をより有意義に、かつ少しでも容易に実施できるようにすることを目的として、まずは養液栽培の装置についてその改良を試みることにした。

養液栽培の実用化は、欧米において早くは1930年代から始まっているが、日本においては第2次大戦後アメリカ駐留軍による水耕農場の設置に始まっている。その後日本においても研究が進み、1960年代には農林省園芸試験場を中心に実用化が進み、現在では園芸先進地に広く普及している(11・12)。日本における養液栽培の実用化は、その目的として省力化が最大のものであり、その方式は循環式れき耕栽培であった。これらの装置は営利栽培に適するように工夫され優秀な成績をあげているようであるが、いずれも規模が大きく、かつ設置するためには多大の資金を要するために、中学校の教材として利用するなど及びもつかないものである。しかし、養液栽培そのものの中には、中学校の教材として取り入れるに足る十分な利点が多々存在する。例えば、

- (1) 田畑の利用が不可能な地域においても栽培実習ができる。
- (2) 取り上げる作物によっては、2～3ヵ月間で栽培を完了することが可能であり、学期毎に

---

\* 茂原市立南中学校

学習の区切りをつけることができるから、年間の指導計画の立案が容易となる。

- (3) 土を用いないで作物を栽培することは強い学習への動機づけとなりうる。
- (4) 作物の生育に対する環境の影響が出易いため、作物の生育と環境との関連を学習するには都合がよい。
- (5) 食用作物を題材とすることにより、食糧生産の一端を体験を通して理解させることが可能である。さらに、農村部においては、生徒の身近にある農業を技術革新という目で見なおすことも可能であり、都市部においては家庭菜園として学習内容を再現することができる。
- (6) 培養液の調製、管理等、環境の制御により作物の生育を助長することは、栽培すなわち農業も、科学にうらづけられた技術であるという認識を持たせるのに役立つ。

などである。

これらの利点を生かすために、中学校の教材としての養液栽培を可能にするような装置の改良を試みたのであるが、この場合、特に次の事項について留意した。

1. 生徒1人1人が少なくとも1区画の培地を持って、各人が独自に栽培を行なえるものであること。
2. 培地材料や作物に変化を持たせうるものであること。
3. 装置、用具などの資材が安価で、かつ容易に入手でき、さらに装置が比較的簡単に自作できるものであること。

以上のような観点に立つて装置を試作し、それを使用して実際にいくつかの作物を栽培してみた結果、一応の成果が得られたのでここにその概要を報告する。

#### 材料および方法

購入した主な資材は次の通りである。

1. 硬質塩ビ管、内径40mm (イメンパイプ、給液バイパスパイプ用)
2. 同上、内径20mm (揚水管用)
3. ジョイントパイプ (メインパイプ、給液バイパスパイプ、揚水管等接続用)
4. 培養液そう (100~120ℓ 容塩ビバケツ)
5. 雨どい (集液溝用)
6. 雨どい用受け (集液溝受け用)
7. 栽培そう (プラスチック製プランター、但し、タライまたは発泡スチロール製魚箱等で代用できる)
8. 排液弁 (ゴム栓等で代用できる)
9. ポンプ (培養液循環用、揚程1.5m位で毎分40ℓ 程度の揚水能力を有するもの)
10. タイムスイッチ
11. その他小物 (雨どい用ステー、小口径金属パイプ、ビニル管またはゴム管、パッキン用ゴム、ナット、等)
12. 植木鉢、塩ビ製植木鉢カバー、盆栽用置肥入れ、はり金、等
13. 培養土 (パーミキュライト、赤玉土、鹿沼土、くん炭、グラスウール、スポンジ片、れき、川砂、等)
14. 水溶性肥料 (ハイポネックス、大塚ハウス肥料1号、2号、等)
15. 電気伝導度計 (なくても可)
16. pHメーターまたはpH試験紙。

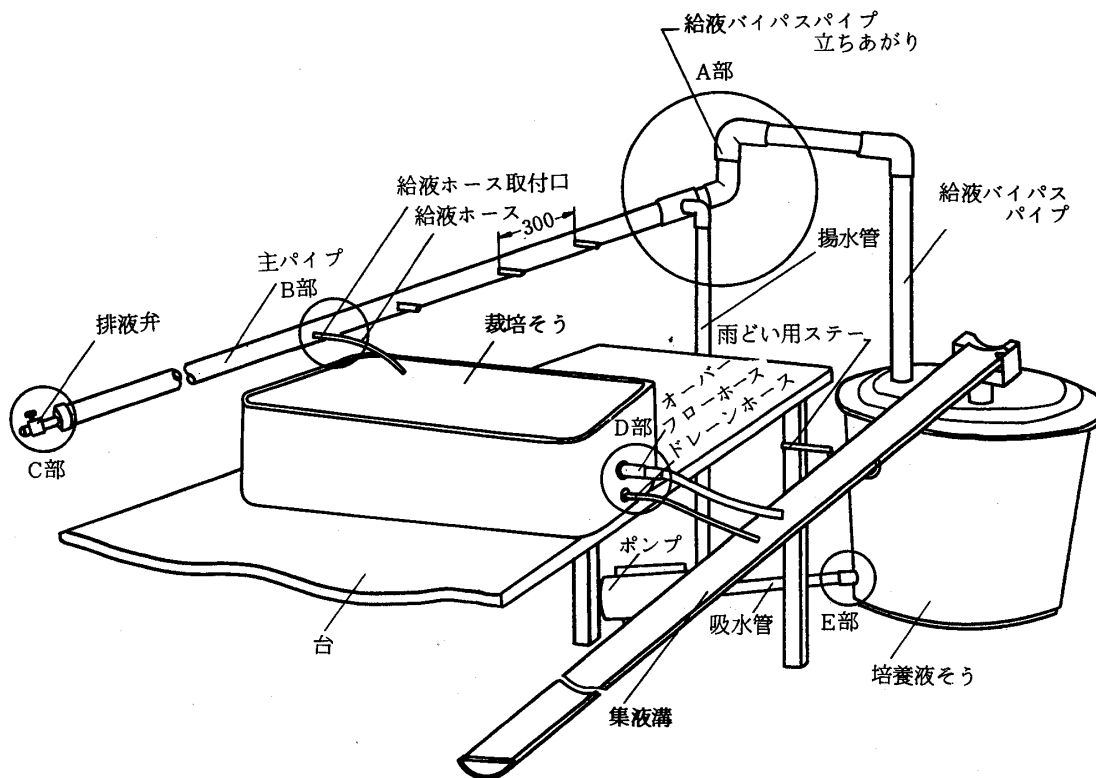
これらを使用して養液栽培装置を作製し、ひき続いて、二十日大根、サラダ菜、シュンギク、小松菜などの栽培を試みた。

試験栽培において二十日大根は直播したが、サラダ菜、しゅんぎく、小松菜、ふだん草などは土耕によって育苗した苗を使用した。先ず植木鉢(底に孔をあけた塩ビ製鉢カバー、空缶などでもよい)に培養土(バーミキュライト、赤玉土、れき、くん炭、グラスウール、など)をつめ、これに播種または苗を移植してから栽培そうに並べた。オーバーフローパイプの上端は培養土面より少し下になるように調節した。培養液の調製には、入手および取り扱いの容易さから、ハイポネックスまたは大塚ハウス肥料1号、2号を用い、EC1.3m<sup>2</sup>で開始した。蒸散によって失われた培養液の減量分は水道水で補給し、追肥は濃度が半減した時点で、また培養液の更新は1ヵ月毎に行なった。培養液のpHは常に5.5~6.5になるように調節し、培養液の循環は、1回15分間のポンプ稼動を、夏季は1日に5回、秋季は1日に3回行なった。

## 結 果

### I. 栽培装置

試作した養液栽培装置の概要は第1図に示すようなものである。



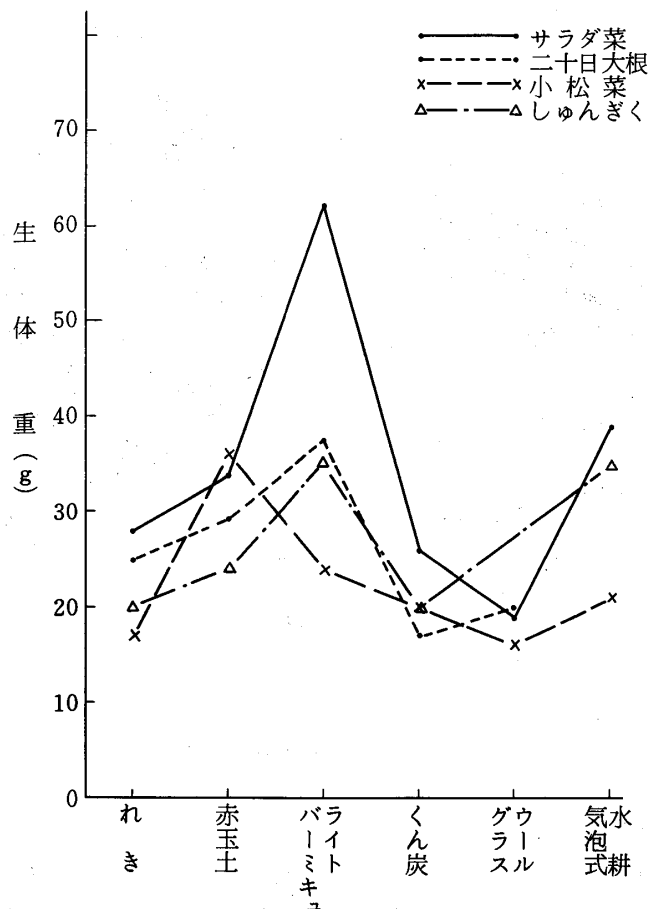
第1図 試作した養液栽培装置の概要

本装置は培養液循環方式のもので、先ず、あらかじめ調製されて培養液そうに入れられた培養液は、揚水ポンプによって上昇しメインパイプに流れ込み、次いで給液ホースを通して栽培そうに流れ込む。この際ポンプの揚水能力は全給液ホースから流出する総量よりも大きいことが必要で、ポンプの稼動中はポンプによってくみ上げられた培養液の一部が、常に給液パイパ

スパイプを通して培養液そうに還流している。栽培そうに流入した培養液は次第に液量を増大させるが、同時に一部は細いドレーンホースを通して集液溝へ流出する。この場合、給液ホースから栽培そう中へ流入する培養液量は、ドレーンホースから流出する液量よりもかなり大きくなければならないが、これはドレーンホースを給液ホースよりも細くすることで可能である。この結果、栽培そう中に培養液が段々と増加して行くが、一定のレベル（オーバーフローパイプの上端）に達すると、オーバーフローホースを通して集液溝へ流出するため、栽培そう中の培養液面の高さは一定のレベルを保つこととなる。このためにはオーバーフローパイプは給液ホースよりも太くなくてはならない。なお、オーバーフローパイプおよびドレーンパイプをL字型に曲げ、かつ栽培そうとの取り付け部分で回転可能にしておくことによって、栽培そう中の培養液面の高さは自由に変えることができる。また、この両パイプにゴミなどがつまると培養液の液面調節に支障が出るので注意する必要がある。さて、集液溝に入った培養液は集液溝受けから培養液そうに戻り、ポンプの稼動中培養液はこの循環をくり返すことになる。なお、ポンプの稼動中にも培養液そう中には常に培養液が存在していて、ポンプが空転することのないようにしなければならないから、培養液量はかなり大量に調製しておかなければならない。

## II. 栽培結果

作製した栽培装置を利用して、数種類の培養土を使い合計3回にわたって作物の栽培を試みた。その結果のうちの一部を示すと第2図のようであった。



第2図 異なる培養土で栽培された作物1株当り平均生体重，栽培日数：サラダ菜=80日，二十日大根=80日，小松菜=70日，しゅんぎく=70日

図に見るように、サラダ菜はバーミキュライトで最も生育がよく葉色もよかったが、他の培養土では生育がかなり劣った。二十日大根もサラダ菜とよく似た傾向を示したが、各培養土間の差異はそれほど大きくなかった。これに対して小松菜は赤玉土で生育が最もよく、バーミキュライトはかなり劣った。また、れき、くん炭、グラスウールを培地とした場合は全て生育が悪かった。

このように、使用した培養土により作物の生育にかなり大きな差異が出たものの、作製した栽培装置はほぼ満足できる状態で作動し、各作物も食用可能な程度にまで生育した。

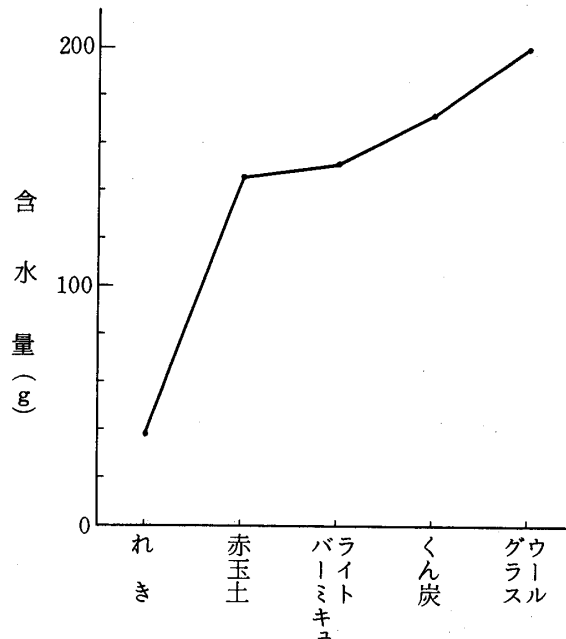
## 考 察

前述のように、中学校技術科に実習を伴った栽培学習を取り入れることには多くの困難があり、一般には敬遠される傾向が強い。また実施される場合にも、多くは菊や草花栽培が中心で、ややもすると「趣味の園芸」的になる傾向がある。しかし一方ではこれにあきたらず、いろいろと工夫をこらして農業的な栽培学習を追求しようとしている例も見られる(1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)。本研究においては、このようなことを考慮して、中学校技術科の栽培学習で手軽に利用できるような養液栽培装置を試作し、それを使用して実際にいくつかの作物の栽培を試みたのである。

これまでも栽培学習に養液栽培を取り入れた例がいくつかあり、かなりの好成績が報告されているが(6, 11)、いずれの場合にも、作物の根腐れの発生、生徒一人一人に一区画の培地を与えること、培地条件に変化を持たせること、調査のために移動させること、などの点において難がある。これに対して、本装置ではこれらの点が改良されているのが特徴であるが、一方では培養液濃度を変えた比較試験は不可能であるなどの欠点もある。さらに、今後も種々欠点が発見される可能性もあるので、今後とも改良を重ねて行く必要があると思われる。なお、本研究で試作した装置は培地数約50区画のものであったが、これの製作および試験栽培のためには約5万円の費用を要した。しかしこの費用は工夫することにより圧縮できるものと思われる。なお、大きくならない作物を栽培する場合、あるいは大きくならないうちに栽培を打ち切る場合には、網製の盆栽用置肥入れなどを利用するとよい。この場合には植木鉢を使用する場合とは異なり、培地を栽培そう中に上からつるす方法をとる。即ち、栽培そうを孔をあけた板でふたをし、その板の孔から作物の地下部を中につるすのである。この時盆栽用置肥入れに培養土をつめ、これに苗などを植えて針金でつるせばよい。調査に際しては置肥入れのみを取り外せばよいのであるから、極めて手軽で便利である。

次に作物の栽培結果についてみると、作物の種類により、また培養土の相異によって、他の条件が同じであってもその生育に大きな差異を生じた。この場合、培養土別にみると、れきは全ての作物で生育が悪く、またくん炭とグラスウールも悪かった。この点に関係があると考えられる要因に培地の保水力があるが、これについて調べた結果は第3図の通りであった。

この図から、れきでは水分不足が生育抑制にはたらいたと考えられ、グラスウールでの生育不良は逆に水分過剰による通気不良のためと考えられる。くん炭にもこの傾向が考えられるが、くん炭の場合は使用前の水洗が十分でなかった可能性もあった。バーミキュライトと赤玉土では作物の種類による差異が大きかったが、これはpHに対する要求度が作物によって違うことと、培養土はそれぞれ個有のpHを持っていることが相互に影響した結果と考えられ、今後の検討課題の1つであろう。このほかに、試作した作物は徒長する傾向が強かったが、これは養液栽培では起こりがちな現象のようであり(6, 11)、どうしても水分過剰になりやすいところから



第3図 培養土別保水力 (各 500ml当り)

るものと考えられるため、本装置を使用する場合には、培養液の濃度や循環回数などについてさらに検討する必要がある。また、移植した直後の幼苗にクロロシスの発生が多く見られたが、作物は生育段階が異なると要求する養分にも差異があるため(2, 3, 4, 5), 培養液濃度と作物の生育段階との関係などについても検討を進める必要がある。また、栽培学習における教材としての養液栽培は未だ確立されたわけではなく、例えば、栽培に適する作物についてさえ十分には検討されていない状態であるので、今後あらゆる面からの検討が待たれる。

ところで、実習を取り入れた栽培学習を行なう場合、担当教師は誰もが、何とかして良い収穫をあげようと苦心する傾向が強い。たしかに、苦労して栽培する以上は良い収穫を得たいのは人情であり、生徒もまたそれを期待しているものと思われるが、しかし失敗もまた重要な勉強であり、むしろ失敗の中にこそ成功では得られない貴重なものが存在することを理解し、比較的生育期間の短い作物をくり返し栽培するなどして、できる限り豊富な体験を得させるようにすることが大切であり、その点で養液栽培は有効な手段となりうると考えられる。

最後に、中学校技術科の栽培学習に養液栽培を取り入れる場合、養液栽培には前述のような利点が多々ある反面、重大な欠陥をも内包していることに留意しなくてはならない。即ち、養液栽培は普通の土を使用せず、装置化、組織化されており、なかば工場生産に似た感をいだかせるが、自然の力を最大限に利用するという農業本来の姿とはかけ離れている。そのため、農業について何の知識も持たない中学生が、これを以って農業とみなし、あるいは農業の理想像として誤解する恐れがあることである。したがって、この点に十分な注意を払った上で、基本としてはあくまでも本来の農業を理解させることに努めながら、その補助的手段として養液栽培を取り入れるということが望ましいと考えられる。

## 摘 要

1. 中学校技術科の栽培学習に利用できるような養液栽培装置を試作し、それを使用して実際に何種類かの作物を種々の培地条件のもとで栽培した。

2. 装置はおおむね満足できる状態ではたらし、各作物も一応の生育をとげた。
3. 使用した培地ではバーミキュライトと赤玉土がよく、れき・グラスウール、くん炭では生育が劣った。
4. 試作した装置は、(i) 生徒一人一人に別々の一区画の培地を与えることができる。(ii) 培地条件に変化を持たせることができる。(iii) 調査に際して手軽に教室に持ち込むことができる。などの長所を有している。
5. しかし、(i) 教材として最適作物の検討が必要である。(ii) 培養液の濃度、循環回数、循環時間、などについて検討する必要がある。(iii) 培地条件についてもさらに検討を要する。等々、これから検討すべき課題も多く残った。

## 文 献

1. 朝比奈公夫, 1973, 学習指導要領の栽培学習を實踐して, 技術教育, 250; 18—20
2. 堀裕, 1966, 蔬菜, 花卉のれき耕栽培, 養賢堂, 東京
3. 伊藤純吉編, 1970, 施設園芸, 171—182, 養賢堂, 東京
4. 岩田正利, 小野泰, 1969, 窒素形態の差異とそ菜の生育 (第4報), 生育段階との関係。園学雑, 38; 154—161。
5. ———, 間苧谷徹, 1969, 窒素形態の差異とそ菜の生育 (第6報), 体内窒素成分ならびに炭水化物濃度に及ぼす施用窒素形態の影響, 園学雑, 38; 309—317
6. 鴻海実, 皆川亮一, 1974, レタスの養液栽培についての一考察, 技術教育, 263; 14—17
7. 宮崎彦一, 1973, 菊づくりへの疑問から栽培学習のねらいを探る。技術教育, 250; 11—13
8. 永島利明, 1974, 栽培学習の視点と方法, 技術教育, 263; 2—7
9. 西出勝雄, 1976, 栽培学習のあり方, 自然栽培を基点にして, 技術教育, 290; 26—28
10. 西崎健之助, 1973, 実践としての栽培学習, 好きでなければできないものなのか。技術教育, 250; 6—10
11. 住釜秀司, 1974, 養液栽培, サラダ菜学習におけるしおりの利用, 技術教育, 263; 8—13
12. 高井清, 1973, キュウリのベランダ栽培, 技術教育, 250; 14—17