

施設イチゴの多段式養液少量循環栽培に関する研究 (1)

誌名	滋賀県農業試験場研究報告
ISSN	0388855X
著者	大谷, 博実 大谷, 広之 豊岡, 幸二
巻/号	27号
掲載ページ	p. 27-31
発行年月	1986年3月

施設イチゴの多段式養液少量循環栽培に関する研究

(第1報) 栽培装置の開発について

大谷博実・大谷広之・豊岡幸二

A Newly Developed Cultivation Method for Strawberry (*Fragaria grandiflora*) Setting under Structure and Circulating Small Amounts of Nutrient Solution

(1) An Outline of Cultivation Method and a trial test for Solution temperature and Strawberry quality.

Hiromi ŌTANI, Hiroyuki ŌTANI
and Koji TOYŌKA

イチゴはわい性の作物であるため、古葉かきや芽かき作業を始めとし、収穫時には特に腰を曲げて行う作業が多い。このため作業能率の改善、収穫労力の軽減、あわせて単位面積当りの増収をはかる目的で、Nutrient Film Technique 利用による多段式養液少量循環栽培法について検討したところ、夏期および冬期における培養液温の変化は、ハウス内気温に大きく影響され、夏期の昼間時に高く、冬期夜間時にかなり低く推移する傾向が認められた。

また、試作養液管の寸法とイチゴの生育については、高さが6cm、底辺の幅が15cmのものの生育が良好であった。さらに当方式と土耕栽培との果実品質の差については、糖度は土耕栽培で若干高い傾向を示し、酸含量（主としてクエン酸含量）では当方式が0.4%低い値を示したが、品質面では変わらないものと思われた。

I 緒 言

近年のイチゴ栽培においては、夏期の一時期を除き周年出荷が可能となりつつある。また農家の栽培面積も施設の大型化に伴って、拡大の傾向が認められる。

湖北地方でも、水田利用再編対策を契機に施設イチゴ栽培が導入され、現在当地方の施設園芸の中でも主要な作物の一つである。

しかし、イチゴはわい性の作物であるため、古葉かきや芽かきを始めとし、収穫時にも特に腰を曲げて行う作業が多いため、栽培農家の中には腰痛や内臓障害を訴える人もみられるなど、健康管理上からも問題が多い。また他の果菜類に比べ、施設の空間が十分利活用されていない現状から、特に作業性の改善、収穫労力の軽減、あわせて単位面積当りの収量増をはかる目的で、Nutrient Film Technique 利用による多段式養液少量循環栽培法（以下多段栽培と略記する）について検討した。

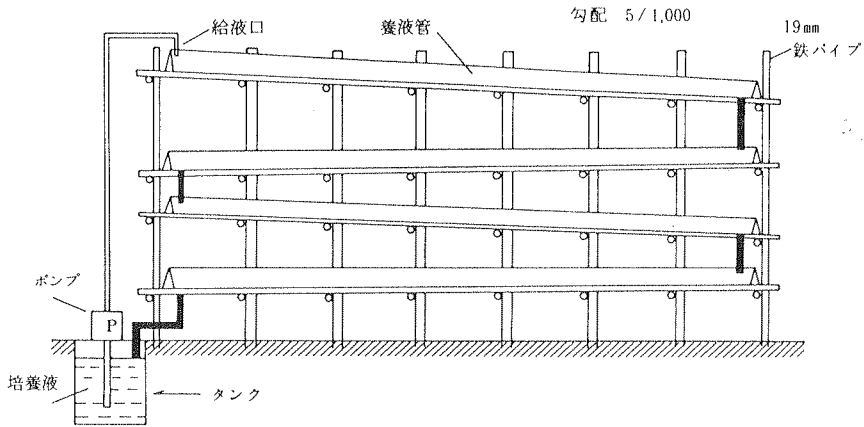
N・F・Tについては伊藤¹⁾ら、池田²⁾らは³⁾トマトで、宇田川⁴⁾らがトマト・キュウリを用いて検討した結果、構築が容易で経費と時間がかからない省資源的な栽培法であることを認めている。本研究では多段栽培における養液栽培装置の開発を行ったので、本報ではその概要と試作結果について報告する。

なお本報告の一部は、日本園芸学会昭和58年春季大会（東京）において発表した。さらにこの装置一式は、現在特許申請中のものである。

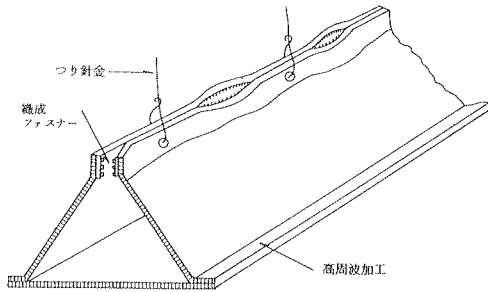
本報告を取りまとめるにあたり、滋賀農試野菜係森茂樹専門員ならびに湖北分場勝木依正分場長、辻藤吾主査の各氏からご助言、ご指導とあわせて、本稿のご校閲を賜った。ここに深く感謝の意を表します。

1. 装置の概要

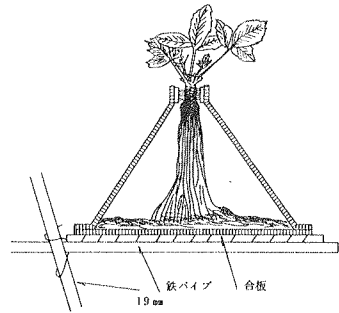
筆者らが考案した装置は、第1図のように全高1.7mで各段の高さは35cm、底辺1.3mの三角形の棚を50cm間隔で組み、両側に4段の養液管を設置し、各段を構成する支柱材には19mm ϕ の鉄パイプを用いた。



第1図 装置の形状



第2図 養液管の構造



第3図 生育の状況

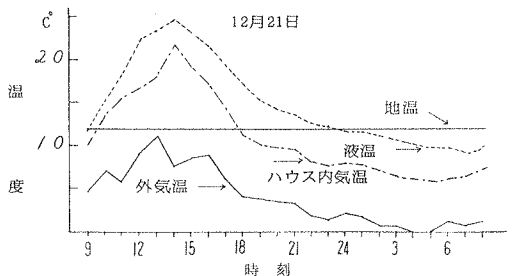
つぎに養液管は第2、3図のように、設置や格納が容易で、残根処理および薬剤消毒が可能な合成樹脂性のシート（黒色、厚さ0.35mm）を用い、シート上部には織成ファスナーを取付け、作物の固定とあわせて、定植ならびに収穫後の株の抜き取りが自由にできるような工夫した。また養液管の支持は、16番線を用いて上段の鉄パイプに固定するとともに、培養液の流れを一定にするため、管の外側底部には幅20cm、厚さ2cmの合板を敷いた。さらに培養液の循環は、地下埋設のポリ容器（60ℓ）からポンプアップ（ $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ ）し、上段の給液口より順次下位段に流れるよう、各段は交互に1000分の5の勾配をもつように設置した。

2. 試作装置による栽培試験

間口5.4m、奥行20mの南北棟ビニールハウスの一部に、長さ4.2mの試作装置を設置し試験を開始した。

試験1は1981年4月から7月まで、試験2では10月から翌年の5月までの主として冬期に行った。供試品種は宝交早生を用い、定植は試験1で4月11日、試験2で10月11日に行い、株間は15cm間隔とし、10月14日

にビニール被覆した。培養液は大塚ハウス1号（ $\text{NH}_4\text{-N} 10$ 、 $\text{NO}_3\text{-N} 7.2$ 、 $\text{P} 8.0$ $\text{K} 23.0$ 、 $\text{Mg} 5.0$ 、 $\text{Mn} 0.1$ 、 $\text{B} 0.1$ 、キレート $\text{Fe} 0.18\%$ ）と2号（ $\text{NO}_3\text{-N} 11.0$ 、 $\text{Ca} 23.0\%$ ）を用い、開花前ではEC（電機伝導度） $0.7\text{mS}/\text{cm}$ 、開花期には $1.2\text{mS}/\text{cm}$ に調整した。給液口からの循環液量は毎分 0.5ℓ とし、冬期の培養液加温はポリ容器内に250wのヒーター線を取付けて行い、サーモスタットは 20°C にセットした。また同一ハウス内に地床栽培区を設け、定植は9月24日、施肥量は元肥にイチゴ配合肥料（6-8-7%）をN量でa当たり 0.8kg 、追肥は大塚肥料OK-F₁を 0.2kg 施用した。



第4図 ハウス内気温と培養液温の変化(試験2)

なお生体内のNO₃-Nの定量はフェノール硫酸法により、また培養液の溶存酸素量はWinkler法を用い、上段より2段目の養液管内の酸素量を測定した。

III 試験結果

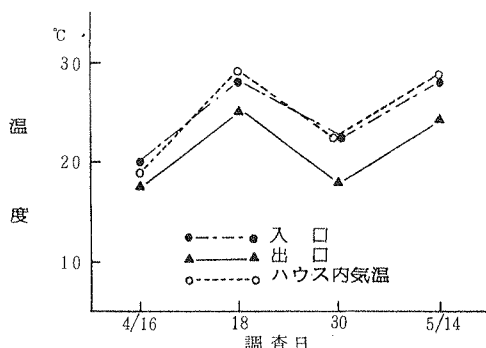
試験2における多段栽培装置内の培養液温の変化を示したものが第4図である。冬期間における培養液温はハウス内気温の影響を大きく受け、昼間はハウス内気温の上昇とともに高く推移し、14時のハウス内気温が21.6℃の時に液温は24.3℃となり、約3℃の差が認められた。夜間の夜温はハウス内気温の低下とともに下降し、24時には地中20cmの地温12.2℃よりも下回ることが認められ、特に翌朝7時には9℃まで低下した。

一方試験1では夏期時の栽培の可能性を検討するために、培養液の変化をみた(第5図)。これによるとハウス内気温に大きく影響されるが、生育が進み茎葉の繁茂とともに給液口の液温よりも排液口の液温が3~4℃低くなる傾向を示した。

また夏期と冬期の培養液中の溶存酸素量は第1表に示した。夏期時はハウス内気温の上昇とともに液温も高くなり、養液管およびタンク内の水温が37~38℃と高いにもかかわらず、溶存酸素率はタンク内で91.7%、養液管内で89.2%と高い傾向を示した。つぎに冬期の場合はタンク内が76.9%、養液管内が64.4%で、管内はやや低い傾向であった。

と地床栽培における生体内のNO₃-N量を測定したところ、第3表のように多段栽培区が60ppm程度高い含有量を示した。

さらに多段栽培と地床栽培で収穫した果実の品質を



第5図 培養液温の変化(試験1)

第1表 タンクおよび養液管内の溶存酸素量

調査項目		水温 ℃	飽和溶存 酸素量	溶存酸素量 ml/ℓ	溶存 酸素率
夏期	タンクの中	38.5	44.6	4.09	91.7%
	養液管の中	36.8	4.61	4.11	89.2
冬期	タンクの中	22.0	6.20	4.77	76.9
	養液管の中	22.0	6.20	3.99	64.4

注) 夏期1981年7月16日、冬期1981年11月12日の測定値を示す

第2表 養液管の寸法の違いが生育量に及ぼす影響(1区12株2区平均)

調査時期	養液管の寸法*	全量 g	展開葉第三葉			備考
			葉柄長cm	葉長cm	葉幅cm	
1981年 11月13日	6 × 15 cm	46.2	11.4	10.2	7.1	
	10 × 20	39.5	10.1	9.0	6.0	
	10 × 15	32.5	8.1	8.0	5.6	
" 12月11日	6 × 15	71.3	10.3	8.7	6.0	出らい 開花期
	10 × 20	62.1	10.9	8.6	5.9	
	10 × 15	46.0	10.0	8.0	5.6	
1982年 1月12日	6 × 15	116.2	10.5	8.6	5.8	収穫始期
	10 × 20	104.7	10.9	8.7	6.0	
	10 × 15	113.6	10.1	8.1	5.7	

注) *高さ×幅を示す。

つぎに試作養液管の高さ×幅cmが6×15cm、10×20cmおよび10×15cmの3種類について検討したところ、第2表のとおり6×15cmの寸法のものが、生育初期から中期にかけて、生育が良好であった。また多段栽培

第3表 葉柄汁液中の硝酸態窒素

月日	NO ₃ -N (ppm)	
	12月14日	1月14日
多段栽培区	264	205
地床栽培区	200	162

調査したところ、第4表に示すとおり、糖度(Brix)は地床栽培の方が若干高かったが、酸含量(主としてクエン酸)は多段栽培が0.4%低い値を示した。

第4表 糖および酸度の比較

項目 区	糖度(BX)		酸(クエン酸)		糖酸比
	$\bar{X} \pm \sigma$		$\bar{X} \pm \sigma$	%	
多段栽培区	8.8	0.55	0.94	0.08	9.1
地床栽培区	9.1	0.87	1.36	0.25	6.7

調査 1982年1月13日 糖度計による。

IV 考 察

施設イチゴの立体栽培について、山崎¹¹⁾らは直径12cmの塩ビパイプを6段組とした立体式パイプ水耕を考案したところ、植付本数は慣行平畦栽培の5~7.2倍の利用となり、空間の有効利用が可能であることを確している。ただしパイプを利用するため残根処理が不十分なこと、またパイプおよびその他の資材費が高価であることや、培養液が大量に必要なため、貯液タンクも大きなものが必要なことなど問題が多い。

また桑原⁹⁾は土耕栽培を立体式に組立てるため、鋼材を用いて三段三角ベンチを考案した。ベンチの高さは1.2mで下段は45cmの高さとし、二等辺逆三角形のベッドの中に、土をベースにピート、キノックスあるいはモミガラ家畜ふん堆肥を組合わせて培養土を作り、株当たり3.5ℓの培地量で栽培する方法である。

筆者らは組立てが容易で資材費をできるだけ安価にするために、養液栽培による方式を検討した。用いた方法はNutrient Film Technique とよばれ、Cooper・A・J⁶⁾らによって開発されたもので、この特長はポリエチレンフィルムなどを利用でき、根群マット下に養液をたえず循環させ、新根をマット状に重ねて発育させるものである。位田⁴⁾らは、多湿な空気から根が直接取り入れる酸素量は、水中溶存量からの2~4倍も多いとしている。特に従来の水耕方式のように、培養液中に酸素を補給しながら生育させていたことと比べると、根が湿る程度に養液を循環させることによつて、根群が多く酸素を取り込めるものと思われる。

また我が国では伊藤^{1,2)}らが半促成トマトを用いて試験したところ、養液温度が高くなるにつれてECの低下が著しく、pHの上昇は顕著にみられたが、培養液の冷却など根圏温度を好適に保てば、N・F・T水耕によつ

て省資源的な栽培が可能であることを認めている。さらに池田³⁾らはトマトを用いて露地における適応性を検討し、宇田川らは半促成トマト、夏秋キュウリを用い、従来の水耕よりも生育および収量性が高く、果菜類にも十分適応することを認めた。

筆者らが考案した多段栽培装置では、19mmの鉄パイプを三角形の棚に組み、両側に各4段ずつ養液管を設置し、養液管には合成樹脂性の可塑性シートを用いている。寸法については、生育時期の違いや給液量によつても異なると思われるが、他の果菜類に比べ根量が比較的少ないイチゴでは、養液管の幅は15cmで良好と思われた。これは宇田川¹⁰⁾ら、竹内⁸⁾らが高設ベッドによるイチゴのN・F・T栽培で、チャンネルの幅を14cmおよび17cmにしていることと一致する。ただ養液管の高さは、定植時の根の長さや根量によつても異なると思われるが、初期および中期の生育を促進するためにも、培養液に根を十分浸漬できるようにすることが重要である。

また培養液温の日変化は、ハウス内気温の影響強く受けるので、昼間は地温よりもかなり高く、夜間はむしろ低く推移することが確認された。

さらに培養液中の溶存酸素量は、夏期時にむしろ高い傾向を示したが、今後更に検討する必要があると思われる。

多段栽培と地床栽培の果実品質については、糖度は地床が若干高いものの、酸度については多段栽培が若干少ない傾向であったが、果実品質を左右するような差は認められなかった。

以上のように、イチゴの多段式養液少量循環栽培は、夏期および冬期の根圏温度を適正に保てば、栽培が可能な方式であることを認めた。

今後は適正な培養液管理および段別の生育、収量等に及ぼす各種要因について、検討する必要があると考えられた。

引用文献

- 1) CHONG, P. C., 伊藤 正: Nutrient Film Technique の実用化に関する試験(第2報)半促成トマトにおける培養液温の影響、園芸学会発表要旨、55、秋、256~257、1980。
- 2) 伊藤 正, CHONG, P. C., 北条雅章: Nutrient Film Technique の実用化に関する試験(第1報)装置の概要とトマトの試作結果、園芸学

- 会発表要旨、54、秋、232~233, 1979.
- 3) 池田英男, 大沢孝也: Nutrient Film Techniqueによるそ菜の露地水耕栽培(第1報) トマトの試作と地中熱交換による液温調節の検討、園芸学会発表要旨、55、秋、258~259, 1980.
- 4) 位田藤久太郎: そ菜の根の酸素要求量、園学雑、21、202~208, 1953.
- 5) 桑原輝夫: イチゴの立体栽培—その研究の現状と今後の課題—、農及園、56、313~318, 1981.
- 6) 並木隆和訳: 野菜の水耕栽培、養賢堂、東京、1981.
- 7) 大谷博実, 大谷広之, 川村才十二: 施設イチゴの多段式養液少量循環栽培に関する試験(第1報) 装置の概要と試作結果について、園芸学会発表要旨、58、春、210~211, 1983.
- 8) 竹内常雄, 加藤公彦, 中村秀雄: イチゴの高床式水耕実用化試験(第1報) 培養液濃度について、園芸学会発表要旨、60、春、242~243, 1985.
- 9) 宇田川雄二, 萩原佐太郎: N・F・Tの実用化に関する試験(第1報) N・F・Tと他の養液栽培方式の特性比較、園芸学会発表要旨、56、春、266~267, 1981.
- 10) 宇田川雄二, 甲田暢男: N・F・Tの実用化に関する試験(第5報) 高設ベッドによるイチゴ栽培、園芸学会発表要旨、59、春、190~191, 1984.
- 11) 山崎肯哉, 鈴木芳夫, 篠原 温: そ菜の養液栽培(水耕)に関する研究、特に培養液管理とみかけの吸収濃度(n/w)に就て、東教大農紀要、22、135~182, 1976.

Summary

It is hard work for farmers to bend their backs when they cut old leaves, disbud and harvest the dwarf crop, strawberry. Hence, in order to improve the working efficiency to reduce the fatigue in harvesting and also to increase the yield per unit acreage, the authors developed a new cultivation method which originally adopted the Nutrient Film Technique. It is ladder-likely combined with four steps of triangular plastic sheet pipes in which a nutrient solution circulates.

A trial unit of 4.2 m in length was set up in a vinyl house and the following results were obtained.

Changes in temperature of nutrient solution were mostly effected by temperature inside the vinyl house. The most suitable sizes of the triangular pipes for the growth of strawberry were 6 cm in height and 15 cm in basal length.

Strawberry quality grown in solution culture did not differ apparently as compared to that of soil culture, however, slightly low levels of sugar and acids were contained in strawberry of solution culture.