

愛媛農試方式（循環型）イチゴ高設栽培マニュアル

1 はじめに

イチゴは草丈が低いため、収穫や葉かきなどの作業は中腰や膝を曲げた状態で行わなければならない、体に大きな負担がかかります。これを解消するため、作業姿勢の改善が図れる高設栽培が導入されるようになり、栽培面積が急速に拡大しています。

本県にはいろいろな方式の高設栽培が導入されていますが、既存のシステムは設備費が高価であったり、培地の一部にロックウールを用いたり培養液がかけ流しであるなど環境への影響が懸念されています。

このため愛媛農試では、施設費が安価で環境負荷が小さく、栽培管理の容易な高設栽培システムを開発しました（図1）。本方式は、栽培槽に不織布を用いたハンモック方式で、次のような特徴があります。

培地に緩効性肥料を施用してチューブで灌水し、排水を集めて循環させるため環境への影響が小さい。

施設費が10a当たり約240万円と比較的安価である。

栽培槽の不織布は、透水性、通気性に優れているため、湿害が起こりにくい。

培地は有機質資材（ピートモス+籾殻クンタン）を使用。容易に植え穴が開けられ、定植作業が容易に行える。

架台をビニル等で覆うことにより培地温度を容易に確保できる。逆に培地へ送風することで気化熱を奪い、培地温度を下げることもできる。

栽培槽が不織布のため、発泡スチロール等に比べ廃棄の際に量が少なくて済む。

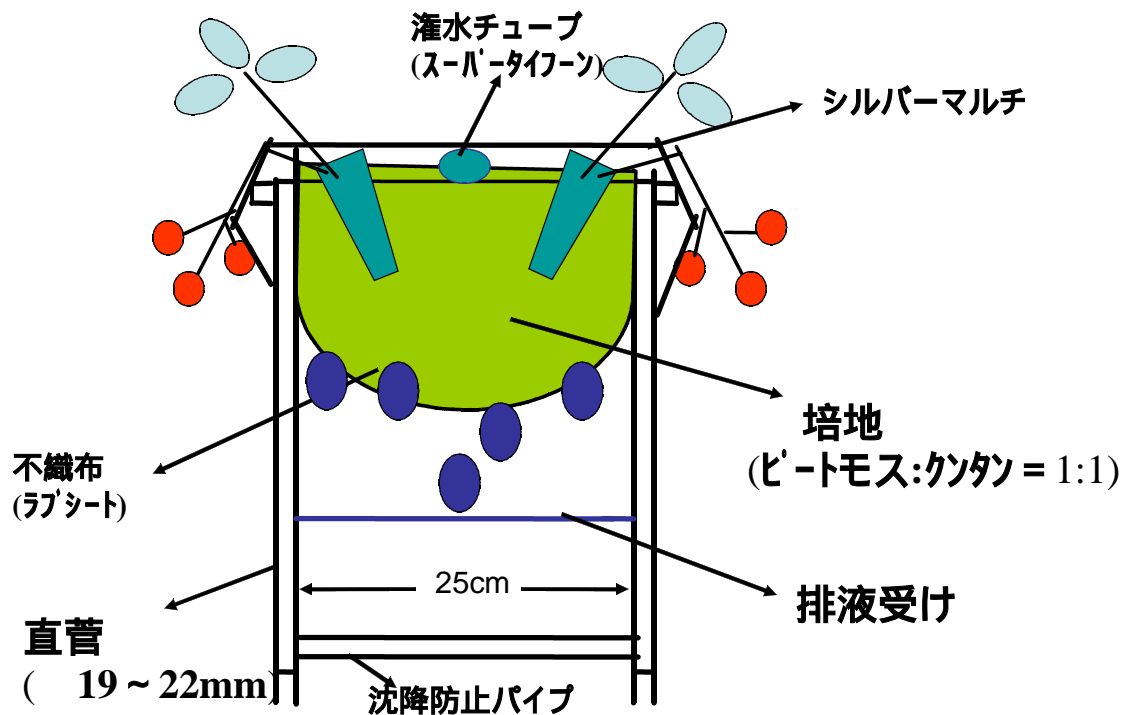


図1 愛媛農試方式の模式図

2 愛媛農試方式のシステム概要

掛け流し方式では水と液肥を液肥混入機で調整した培養液を与え、給液量の約20%を排水として捨てます。これに対して、全量基肥での循環栽培は、予め一作に必要な肥料を全量基肥で施用し、後は水のみ（排水が一部混ざる）を与え、栽培槽から排出された排水を給水用のタンクに戻し、繰り返して使用する栽培方式です。そのため、液肥混入機等の機材を必要とせず大幅なコスト低減が図られます（図2）。

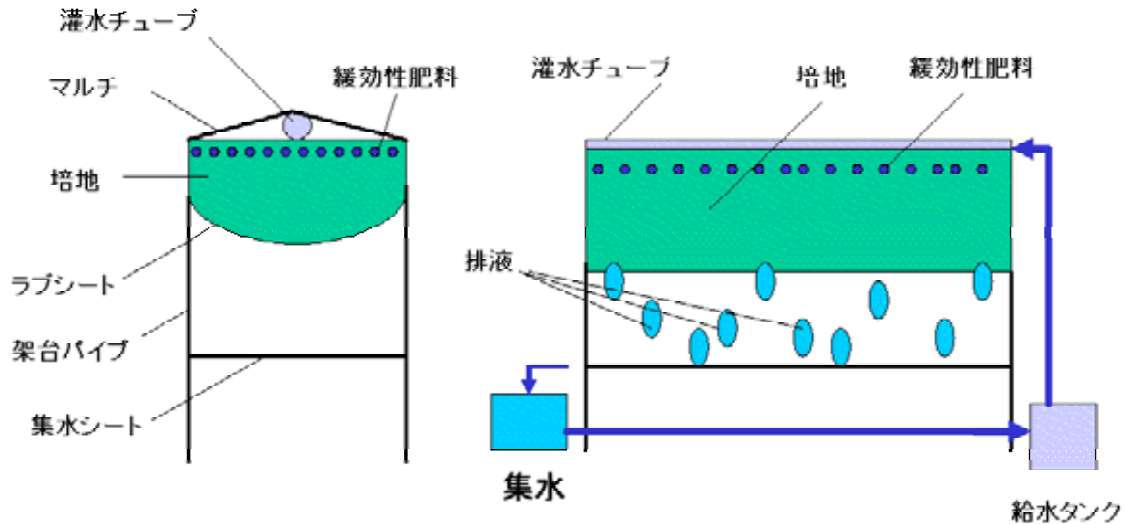


図2 愛媛農試方式（循環型）によるイチゴ高設栽培の模式図

栽植本数は、ベッド間隔130cm×株間20cmの2条千鳥植えで7,692株/10aとなります。

3 愛媛農試方式の各部の説明

1) 架台について

架台は、栽培槽を支える棚であるため、栽培する人の背丈等を考慮したうえで高さを決定します。また、配置方法、架台数、架台幅等は、品種、栽植本数、培地容量を考慮して決定します。

架台の資材としては、パイプハウス用の直径19～22mmの直管を用い、不織布を吊る横線を縦のパイプで固定し、更に縦パイプには沈降防止パイプを地面と接するよう取り付けます。架台の高さは、直立したとき、肘が軽く下に下がる程度がよく、そこへ、株当たり4割程度の培地を充填した栽培槽をぶら下げます。おおよそ、架台の高さ90cm、幅は、32cmとすれば、十分な培地量を確保することができます。

また、高設栽培では、果梗の長い品種や果梗が硬く折れやすい品種は栽培が難しくなるため、果梗折れ防止用パイプを設置し、果梗折れを防止する必要があります。さらに、架台の下部には、排液を集め、循環させるための資材を取り付けることとなりますが、材質は、高温期の変形や長期間の使用を考え選定する必要があります。排液を垂れ流さず循環させることは、ハウス内の湿度を低く保ち病気の発生を抑えることにもつながります。

2) 栽培槽への不織布の使用について

栽培槽は、培地を入れ、イチゴを栽培する入れ物です。現在、プランターや発泡スチロールなどが使われていますが、通気性や使用後の廃棄を考慮すれば、不織布が最も適すると考えられます。栽培槽の条件は、耐用年数が長い、強度がある、設置し易い、安価である、栽培が容易等ですが、不織布の耐用年数は5年以上（現在愛媛農試では5年目の不織布を利用しているが、劣化等の問題は起きていない）で、パッカーで容易にパイプに固定できます。不織布をパッカーで留めただけでパイプに固定すると、時間と共にずれ、培地の重みで落ちてしまう恐れがあるため、必ずパイプへ1回程度は巻き付けるようにしてください。不織布の栽培槽は、パッカーで固定し、4割/株の培地を充填してから、アイボットで培地に穴をあけても十分な強度を持ち、その上、他の栽培槽より安価です。また、不織布は通気性に優れ、根腐れの原因となる排水不良が起こりにくくなるので、不耕起でも連続栽培が可能となり、重労働である夏期高温期の培地耕耘が不要となります（表2）。

表2 規格別収量(g/株)

処理方法	大果		中果		小果		優品		その他		総個数	総重量 (g)	平均1果重 (g)	秀品割合 (%)
	個数	重さ	個数	重さ	個数	重さ	個数	重さ	個数	重さ				
2年不耕起	15.9	318.9	13.2	155.2	20.3	146.7	2.9	78.0	4.1	24.9	56.4	723.7	12.8	85.8
3年不耕起	14.3	290.7	15.7	181.8	21.1	147.6	2.6	80.0	6.7	51.8	60.3	755.2	12.5	82.1
対照	16.1	354.8	11.7	132.9	21.8	158.0	1.7	44.2	6.1	35.4	57.4	725.3	12.6	89.0

注) 秀品割合 = (大果重 + 中果重 + 小果重) / 総重量 * 100 大果: 15g 中果: 14～10g 小果: 9～5g

これらの条件を満たした不織布はユニチカラシート（BDK20507）などがあり、十分にイチゴ栽培が可能です。栽培槽として用いる際の不織布はパイプに巻き付ける長さも入れて幅が70cm程度必要で、長さはベッド長よりさらに1m程度の余裕を持たせます。不織布の栽培槽は、弛みかがなく十分張った状態でパイプへ固定し、蒲鉾形に培地を入れます。不織布にパイプへ巻き付けるのに必要な幅の目印を付けることで、不織布を簡単に張ることができます。

3) 定植時のマルチについて

定植後、培地中の湿度を一定に保つことや培地温度を確保するため、定植前に、ポリマルチで栽培槽を覆います。これはまた、むき出しになった不織布を直射日光から守り、劣化と苔等の発生を防ぐことにも役立ちます。使用するマルチの色は黒またはシルバーが適当で、幅は培地を入れた不織布の幅を考慮し90cm程度とします。マルチはパッカーで固定し、弛みやしわがないようにしてください。

定植前にマルチを張ることで、定植後の培地の乾燥と穴を開けながらのマルチ張りという煩わしさを回避できます。定植前にマルチを張ると第1腋果房の発生が遅れるといわれますが、そのようなことはほとんどありません。

4) 培地について

イチゴ栽培に用いる培地の種類は、高設栽培の様式により多くの種類が考案されていますが、使用後の廃棄の容易さと環境への負荷を考慮すると、有機質培地が適していると考えられます。有機質培地についても多くのものが考案されていますが、愛媛農試方式では、ピートモスと籾殻クンタンを等量に混ぜ合わせた培地（以後ピートモス+籾殻クンタン培地）でよい結果が出ていることから、ピートモス+籾殻クンタン培地を用います（図3、4）。

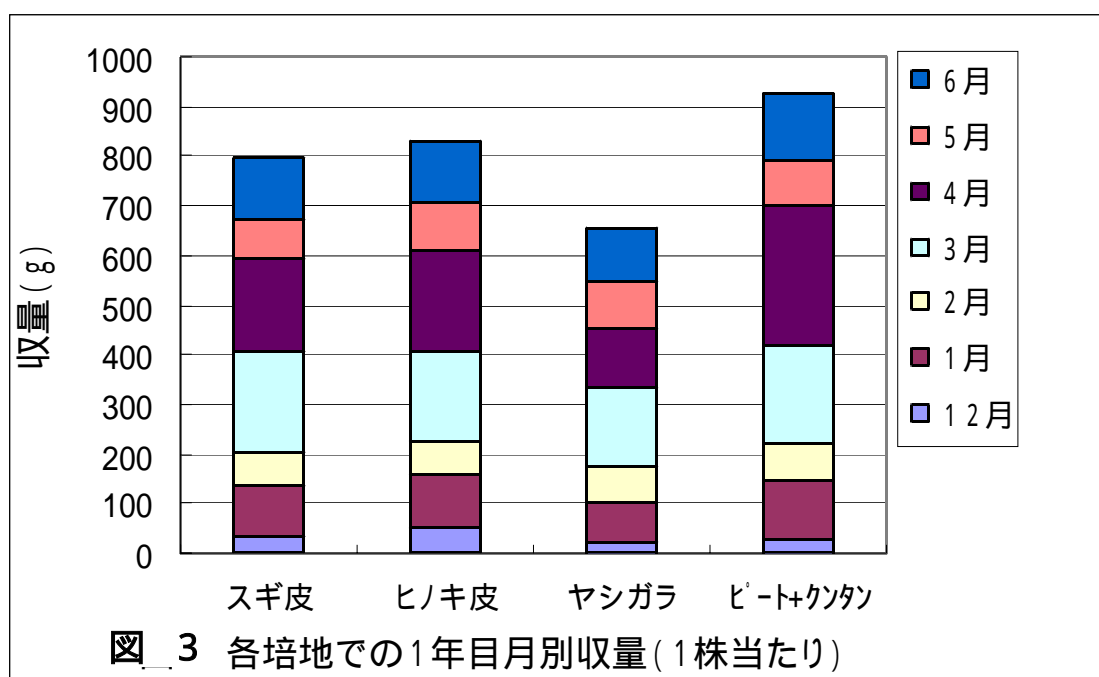
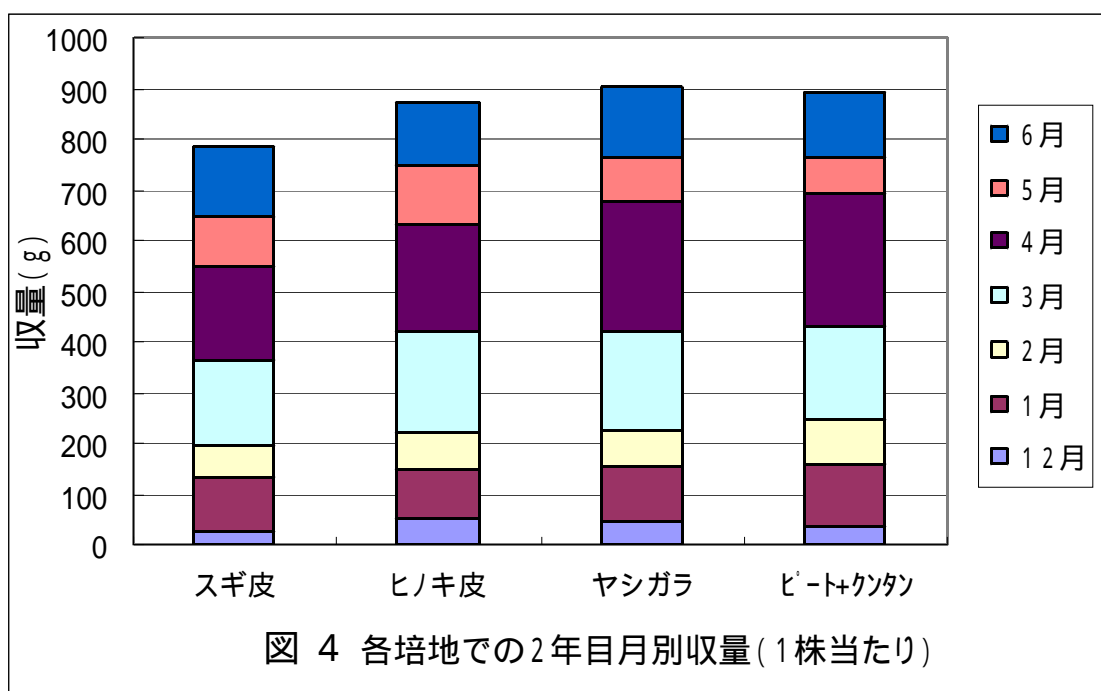


図 3 各培地での1年目月別収量 (1株当たり)



ピートモス + 籾殻クンタン培地はピートモスと籾殻クンタンを等量に混ぜ合わせることで、培地 pH を調整する必要がなく、軽量で保湿性に優れた安価な培地です。また、連年利用しても栽培上問題はなく、培地が減った分の補充だけで容易に栽培が継続できます。

表 3 処理別の生育調査

処理方法	頂花房		第一腋花房		11 / 26 調査				1 / 29 調査				
	開花日	花数	開花日	花数	草高	葉柄長	葉長	葉幅	第一腋花房数	草高	葉柄長	葉長	葉幅
2年不耕起	11/10	19.0	12/26	17.0	22.0	15.1	11.0	8.5	1.9	23.0	19.8	9.6	6.9
3年不耕起	11/8	17.0	12/26	17.0	22.0	14.3	10.9	8.0	1.9	24.0	19.6	10.4	7.2
対照	11/12	19.0	12/26	19.0	21.0	14.6	10.8	8.3	1.9	24.0	19.9	9.9	7.1

注)草高、葉柄長、葉長、葉幅:cm

培地容量は作りやすさと栽培の安定性から増加傾向にあります。現在、愛媛農試では全て培地容量 4 畝 / 株で試験を行っています。この量で成育も安定していることから、4 畝 / 株程度の容量が適当と考えられます。培地の連続利用年数は、5 年以上可能と考えられます。愛媛農試では 5 年目のものを利用していますが、1 年目培地より成育が良好で、2 年目以降の培地と同程度の成育を示します (表 3)。また、定植前の培地の耕起は不要で、2 年目以降も他の有機質培地に比べ植え穴が容易に開けられ、定植時の省力化が図れます。

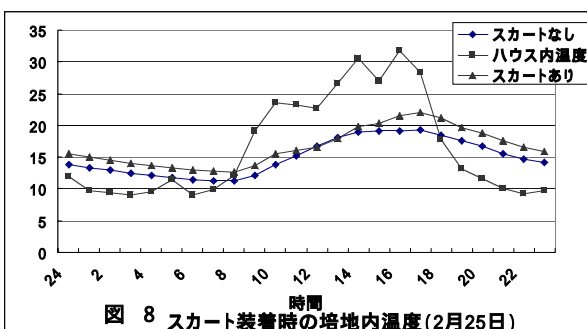
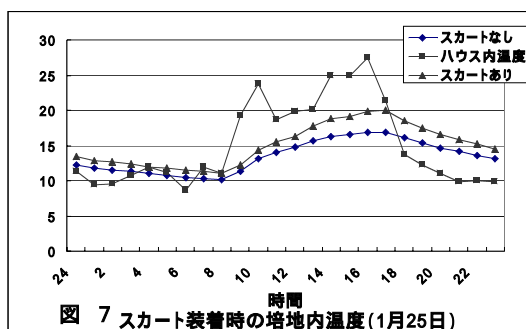
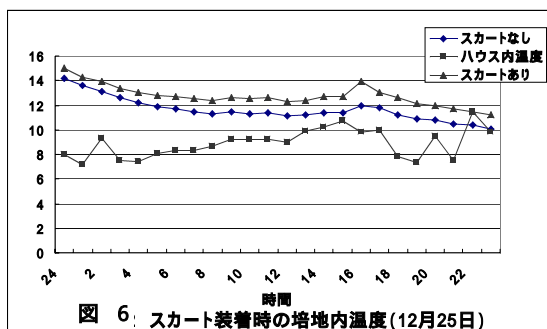
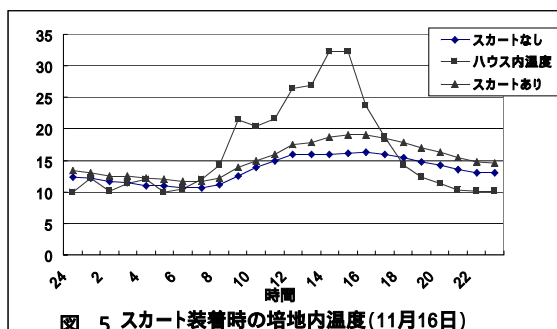
5) 給液チューブについて

給液は点滴で均一に行う必要があります。均一に行えない場合、成育は不揃いで安定した収量が得られません。比較的安価で、均一に給液ができるスーパータイフーン等を利用することで、安定した成育が可能となります。給液量は、成育時期や季節により異なるので、給液に対する培地から排出される液の量でそれぞれの成育時期に合わせた給液量を決定します。給液に対する排出液量を 20%程度としているので、給液量と回数は栽培者個

々で決定することになります。タイマー給液の場合、通常の給液回数は晴天日で4回、曇天日2回、雨天日1回程度とし、そのトータル給液量の20%程度が排出液となるよう設定します。給液1回に対する給液時間は、高温時期は長く、低温時期は短くなります。また、給液時刻は秋及び春には8時、10時、12時、14時等とし、冬場は給液すると培地温度が低下する等の問題があるので、最後の給液時刻を早くするなどイチゴの成育にあわせた管理を行います。

6) スカーティングについて

スカーティングは、透明ビニルを架台側面に張り、培地を保温する方法です。この方法は培地の温度が急速に低下するのを防ぎ、イチゴの成育停滞を防止します。イチゴの成育適温は17~20といわれていますが、保温性の乏しい不織布に包まれた培地温は室温の低下とともに低下し、イチゴの成育遅延を引き起こします。そこで、透明ビニルで架台を包むスカーティングを行い、培地温の急速な低下を緩やかなものとし、イチゴの成育遅延を回避します。スカーティングは、11月上旬頃より開始しますが、スカーティングにより培地温度は無設置の培地より2程度高く保たれ、成育が良好になります(図5、6、7、8)。また、どうしてもスカーティングだけでは培地温度が確保できない場合、スカーティング内へ暖房用のダクトを挿入し加温することで培地温度の確保が可能となります。愛媛県内の加温ハウスであればスカーティングだけで温度は確保でき、スカーティング内にダクトを挿入するとイチゴの成育が旺盛になりすぎるきらいがあります。



7) 果梗折れ防止対策について

イチゴの果梗は とよのか のように柔らかくほとんど果梗が折れないものから、とちおとめ や さちのか、紅ほっぺ のように果梗が硬く果実の重みで折れ曲がったり

完全に折れたりとその強さは様々です。果梗が折れ曲がったり折れたりした場合、その果梗に着いている果実は、果実の肥大不良、着色不良、糖度の低下等を招きます。そのため、果梗折れ防止対策は重要な作業となります。パイプで組み上げる本方式での対策は、前後の縦のパイプへ横棧を入れ、その途中で短いパイプをクロスワンドで固定し、マイカー線を強く張る方法です。こうすることで、マルチとスカーティングの上へ果実が乗り、従来行われてきた点または線での果梗受けから、果実を面で受ける果梗受けとなり、果梗への負担を回避できます。この方法は、さちのかのような比較的果梗の短い品種に対しては対応できるものの、果梗の長い品種についてはやや難しいと思われます。

8) 施肥方法と施肥量について

全量基肥方式での愛媛農試方式は不耕起栽培を前提にしているため、肥料を培地の中にかき混ぜる作業は行いません。そこで、この方式に適した施肥方法を検討した結果、肥料を表面に施用した後、培地を2cm程度その上へ置くことで全層施肥や中心部への部分施肥と同様の収量があることがわかりました(図9、表5)。この施肥法で不耕起栽培が可能になります。全量基肥での肥料は緩効性肥料のロングトータル180日タイプを用います。これには微量元素が含まれているため、栽培中に欠乏症の発生がありません。またロングトOTALの他に苦土石灰を施用します。さちのかでは1年目にロングトータルを20g/株、苦土石灰を8g/株となるよう施肥します。2年目以降は培地に肥料が残っているためロングトータルで15g/株程度に減肥します。180日タイプを用いるため肥料が途中で切れませんが、影響が出るのは6月に入ってからで収量に殆ど影響はありません。また、施肥量はさちのかでのデータであるため、品種により調整する必要があります。この施肥量で特に問題となるのはとちおとめで、チップバーンが発生します。また逆に、1年目の培地で定植当初成育が停滞する場合がありますが、その時は給液タンクへ液肥を入れ、初期成育を促します。

2年目以降は、施肥後、培地を再び肥料の上へ置き中央部をやや盛り上げた後に、十分に灌水します。灌水は栽培槽に用いている不織布から水がしみ出るまで行い、培地が十分な水分を含むようにします。培地の中央部をやや盛り上げるのは、定植時に苗の密着度を高めるため、こうすることでマルチ後定植でも、深植が可能となり、1次根の発生が促されます。栽培に用いる水は表4に示したとおりです。

表4 原水の基準と各成分限界濃度(千葉農試)

EC	0.3dS/m	K	80ppm	Cl	200ppm
pH	6.0~7.2	Ca	80ppm	Fe	10ppm
NO ₃ -N	60ppm	Mg	40ppm		
P	30ppm	Na	80ppm		

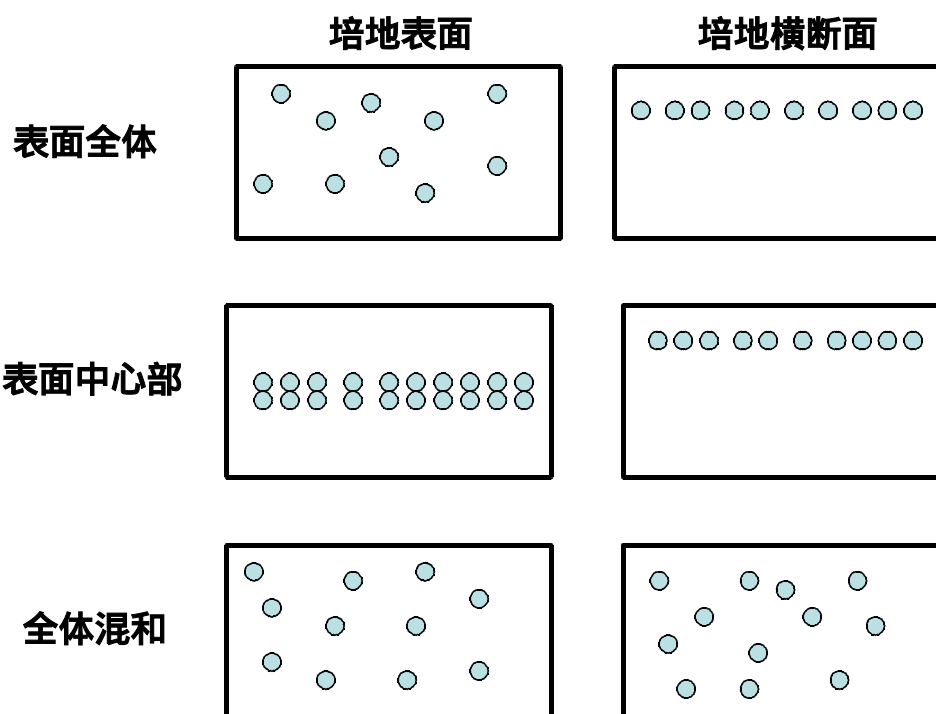


図 施肥方法

表 5 培地の使用年数と施肥位置別の規格別収量

培地の使用年数と 施肥位置	大果		中果		小果		優品		その他		総収 量 (g)	総個 数 (個)	平均1果 重 (g)	秀品割 合 (%)
	個 数	重 さ	個 数	重 さ	個 数	重 さ	個 数	重 さ	個 数	重 さ				
1年目・表面	13	250	14	170	19	136	1	34	4	21	611	51	12	91
1年目・中心	14	268	13	146	17	119	1	31	3	20	584	48	12	91
1年目・全体	13	259	13	151	16	117	1	20	4	18	565	47	12	93
2年目・表面	28	374	17	198	20	139	2	61	3	26	798	70	11	89
2年目・中心	16	314	17	201	16	114	2	38	2	15	682	53	13	92
2年目・全体	21	422	16	186	18	126	1	31	3	14	779	59	13	94
掛け流し(対照)	15	314	13	152	16	109	1	41	3	14	630	48	13	91

9) その他の設備

高設栽培に適するハウス

高設栽培を行うハウスはガラス温室、パイプハウス等になりますが、栽培位置が高くなるため熱がこもらない腰の高いハウスがよいと考えられます。また、土壌に直接植えないため、設置する地面は石や砂などが多い劣悪な圃場であっても問題はありません。土壌条件よりも、日当たりやハウスの向きが重要です。

暖房について

加温装置があれば問題はありませんが、無加温ハウスでも二重被覆で成育温度を確保できれば、栽培可能です。

電照

通常栽培と同様の時期に時間延長、間欠等の電照を行います。栽培位置が高いため、電照むらのないような場所に電灯を設置する必要があります。

二酸化炭素発生装置

土耕の場合、土壌中の有機物を微生物が分解する過程で二酸化炭素が発生するため、密閉されたハウス内でも光合成に必要な二酸化炭素の供給は行われますが、高設栽培の場合、土壌中での有機物の分解による二酸化炭素の供給は非常に少なく、設置後数年が経過したハウスでは土壌からの二酸化炭素供給はほとんど期待できません。そのため、早朝、ハウスを密閉し空気の入れ換えがない時は、二酸化炭素を供給する必要があります。二酸化炭素の供給効果は、成育促進のほか増収効果もあることから、高設栽培における二酸化炭素発生装置の導入は必須と考えられます。

4 栽培方法

1) 定植前の培地調整

定植前の培地が乾燥状態である場合、定植後給水しても培地が水をはじくため、活着が悪く、成育むらを生じます。そのため、培地は定植前にまんべんなく湿らせことが大切です。従って、1年目は、培地を栽培槽へ投入する前に十分湿らせておきます。投入後は、適宜灌水し、培地を乾燥させないようにします。培地の投入は、栽培槽の部分部分での詰めムラがないよう、しっかりと詰めます。培地は栽培槽のパイプ部分よりやや高く詰め、蒲鉾型とします。蒲鉾型とすることで、アイポット等での定植株の根鉢上部が培地と接触し、定植後の1次根の発生を促し活着が促進されます。

2) 定植について

畝へのマルチとハウスの天ビニルは、土耕の場合、第1腋花房の花芽分化確認後、張りますが、通常この時期は愛媛県で10月20日から25日の間になります。

この時期より早くこれらの作業を行うとハウス内温度と畝間の温度が高くなり、花芽分化時期が遅れるといわれています。従って、通常この作業はできる限り遅く行うこととなりますが、実際にはマルチを張ってから定植しても花芽分化は遅くなりません。また、天ビニルも定植後サイドビニルを下ろし夜温を相当上げない限り花芽分化は遅れません。それは、定植時期の日長や温度がイチゴの花芽分化促進の環境になっているからです。確かに第1腋花房の出蕾時期が遅れることがありますが、それは第1腋花房分化までの葉数が増えたためで、花芽分化が遅れたためではありません。第1腋花房の生長点は同じ時期に花芽分化しています。葉数が増えただけ、葉の展開に要する日数が必要になり、見かけ上第1腋花房の出蕾時期が遅れることになるのです。

高設栽培の場合、定植後の降雨による培地への雨水の浸入や風雨による株の傷みなどの影響は、土耕に比べ遙かに大きいと考えられます。また、定植後直ちに発根を開始し、活着する高設栽培株は、風雨による成育むらがより一層強くでると考えられます。従って、高設栽培の場合、定植前にマルチを張り、天ビニルも株への影響がないと考えられる早い時期に行うことで、病害虫の発生や成育むらを少なくすることができると考えられます。

植え付け深さは、土耕の場合、株の引き込みがあるため浅くしますが、高設栽培の場合株の引き込みはほとんどないので、やや深植にします。アイポット等小型ポット育苗の場合、定植方向は手前側（通路側）に傾けて行います。こうすることで頂花房の出蕾方向を通路側に誘導できます。さらに、内側の根鉢部分も乾かないよう培地をかけることで活着が促進され、順調に1次根も発生します。

定植前に培地を十分湿らせ、定植しますが、定植後の水は灌水チューブで行い、栽培槽の不織布から十分排水するように行います。その後は、灌水時間、回数を調整して、排水量が20%程度になるよう設定します。この量は、季節や天候、成育量などにより異なりますから、農家個々で設定していきます。定植方法は図に示したとおり行います。

3) ビニル被覆について

ビニル被覆の考え方については、定植の項で説明したとおりです。作業の進捗具合と温度を考慮して被覆時期を決定します。

4) 電照について

電照は、葉の展開促進と株を立たせ、株の受光体制を向上させるために行います。電照の時期や電照時間はイチゴの生育状況や理想とする株の大きさを想定し行うので、品種により異なります。電照の方法は、日長延長や間欠電照、早朝電照など色々ありますが、栽培にあった方法で実施します。また、電球と株の間が近いと葉はよく立ち、遠いと電照があまり利きません。生育状況に合わせて電照方法・時間を調整する必要があります。

5) 葉かぎについて

高設栽培の場合、土耕と比べ受光体制が良くなるため、株が必要とする葉数は少なくなります。クラウンに対する葉序の関係から5枚程度で良いともいわれていますが、品種や株の生育、強さを考慮して決定する必要があると考えられます。黄化した下葉や重なり合った小さい葉を除き、株元にちらちら光が当たる程度の葉かぎを行います。

6) 芽の整理について

芽の整理は株の樹勢維持や株整理を行う上で重要な作業となります。通常、連続出蕾する女峰、さがほのか等は1芽管理を行っても次々花房が出蕾するため1芽管理や2芽管理をしても収量にあまり影響はありませんが、さちのかのように腋芽が2芽出る品種は1芽管理や2芽管理を行うと花房が少なくなるため、収量が減少します。ドロ芽と言われる腋芽は除去し、株の整理を行いますが、収穫する芽については、品種の特性を把握して整理を行います。

7) ミツバチ導入

イチゴは虫媒花であるため、ミツバチによって受粉を行います。イチゴの果実は花たくが肥大したのですが、受粉によりできた種子からサイトカイニンやオーキシン、ジベレリンといった植物ホルモンが生産されその影響で大きくなります。受粉が不十分な場合は部分的な肥大が起こり、果実が奇形となるので、イチゴの開花が始まったら、すぐミツバチをハウスへ入れ、受粉を促します。

8) 摘蕾

摘蕾は、商品性のない小果や奇形果実の除去のため行いますが、実施することで収穫の省力化と株の樹勢維持が図られます。どの程度摘蕾を行い、どの程度果実を着けるかは頂花房や第1腋花房、第2腋花房などの花房の種類によって異なり、株の樹勢によっても異なるので、注意する必要があります。

9) 病害対策と培地の太陽熱消毒について

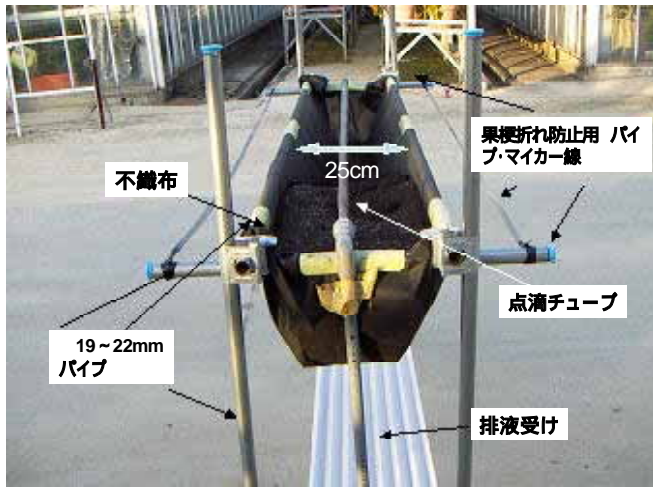
罹病した苗を定植することは培地を汚染することになります。萎黄病は土壌感染するため特に注意が必要です。無病な培地へ罹病苗を持ち込むことで培地の汚染が始まり、次年度以降に定植した健全苗も発病する恐れがあります。罹病した苗や感染のおそれのある苗の定植は厳に慎まなければなりません。培地が汚染される危険性はゼロではありません。したがって、培地の消毒は栽培を安定させ、高収量を得るために必要な作業となります。

培地の消毒には薬剤処理等による方法が一般的ですが、本方式は太陽熱消毒で十分な効果が得られます。通常、土壌消毒を行う場合、ハウスを閉め切り湛水状態にして土壌の温度を上げますが、不織布に包まれた培地を点滴チューブで充分灌水した後、黒ポリマルチで培地をくるみ、更に透明ビニルでスクーティングすると同様の効果が得られます。この方法はハウスを完全に閉め切らず、サイドをある程度開けた状態で行います。ハウスを完全に閉め切るとハウス内の温度は相当上昇し、中の機械が故障したり、機材が曲がって使い物にならなくなります。サイドをある程度開けることで機械と機材を高温にさらさずすみませす。

萎黄病は、43℃ 恒温処理で2日後、43℃ 8時間処理で6日後に菌の検出限界付近まで下がったという報告があります（小玉孝司、1982、日植病報48）。7月下旬から8月中旬に上記の条件で培地を処理すると、中心部の培地内温度は、14時から21時までの間ほぼ45℃ 以上になります。最も高い時間は17時頃で53～55℃ になり、この結果から、菌の死滅に必要な43℃ 以上の積算温度はやはり6日程度で満たす事ができると考えられます。ただ、十分な効果を得るためには少し余裕を見て、10～14日間の処理が適当と思われる。

愛媛農試方式の栽培手順

(1) 装置の構造



1. 19～22mmのパイプで架台を設置する。
2. 不織布を張る。



(2) 定植までの手順



培地をベッドに詰め、緩効性肥料を表面に施用する



苦土石灰を施用する



肥料の上に培地を載せ、中央部が高くなるよう培地をならす



下から水が滴るまで十分灌水し培地を湿らせる



灌水チューブを設置



シルバーマルチを張る



小型ポット等を用い、中央寄りに斜めに植え付け穴をあける



定植はやや深植えとする
(撮影のためマルチを外した状態)



着果の様子

(3) 栽培終了後(太陽熱消毒)



- ・栽培株を除去し、培地を十分湿らせた後、マルチで被覆する。
- ・架台のスクーティングを行うことで温度が上昇し、防除効果が高まる。