

イチゴの高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」の開発 (第2報)

越川兼行・安田雅晴・長谷部健一・下畑次夫

Development of Bench Culture System "Gifu Method" for Strawberry Production, (Part 2)

Kaneyuki KOSHIKAWA, Masaharu YASUDA, Ken'ichi HASEBE and Tsugio SHIMOHATA

要約：イチゴの高設ベンチ栽培「岐阜県方式」の開発の経過とシステム概要について、第1報で報告した。本報告では、「岐阜県方式」の温湯通水による根圏温度並びに温風暖房機によるハウス内加温の状況を調査し、時期別の温度環境を明らかにする。また厳寒日での機器の暖房能力等へ留意点を示す。「岐阜県方式」の給排水管理については給排水量及び肥料成分の推移を調査し、当方式の各成分の排出割合等を算出し、利用効率の高いシステムであること、そしてさらに高める方向性を示す。炭酸ガスの補充状況も調査し、こうした栽培環境のなかでの当方式の収量性並びに果実品質等を明らかにし、第1報とともに「岐阜県方式」が低コスト・省資源・多収穫栽培のできる有効な高設ベンチ栽培システムであることを立証し、そのための機器類設定等の栽培指針の概要等を報告する。

キーワード：イチゴ、養液栽培、高設ベンチ、栽培システム、岐阜県方式

緒言

イチゴの高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」は本県育成の「濃姫」に適した栽培方法として開発され、その開発の経過とシステム概要については、平成11年度農業技術研究所研究報告第1号に第1報としてを報告した³⁾⁴⁾。本システムは、全農岐阜県本部に技術移転をし、普及を推進しているところである。関係者によるベンチ研究会も発足し、平成13年度までに21名、240aに導入がされている。

「岐阜県方式」は、高収量を得るため、ハウス内の温風暖房機による加温と根圏域の温湯通水による培地加温により、イチゴに対する温度環境をコントロールしている。また、不織布による桶状栽培槽を採用し、排水性を良好にしているが、過剰な給液は排水を多くし、ハウス内湿度を高め病害発生を助長するおそれがある。現在は給液装置に、排水を感知して給液ポンプを制御することになっている。この装置による給排水の制御状況や各肥料成分の吸収特性については未報告である。また、炭酸ガス施用による増収、果実肥大促進効果は土耕栽培で当研究所において平成2～4年に確認しているが、高設ベンチ栽培「岐阜県方式」での炭酸ガス濃度の推移等についても未報告である。

ここでは、これらの研究結果を報告するとともに、高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」での「濃姫」の草勢、収量特性及び果実品質についても明らかにし、高収量を得るために環境調節機器類等の設定の栽培指針を示し、生産現場での高位安定生産に寄与することをめざす。

1. 「岐阜県方式」の温度環境

[材料及び方法]

「岐阜県方式」の栽培槽の培地温は不織布桶状栽培槽の外側面に地温センサーを密着させ、また、ハウス内気温はイチゴ草高の直上にセンサーを設置し測定した。土耕栽培の地温と比較するため、畦上面から10cmの深さに地温センサーを、また、外気温は地上1.5mの位置にセンサーを設置した。

栽培槽内に埋設した温湯管総延長74mのベンチで培地温の温度傾斜を確認するため、行管と戻管の塩ビ管にセンサーを貼付し、それぞれ近くの培地温を測定した。

温湯通水期間は、10月17日～4月20日とし、培地温の設定は、11月中旬まで 14℃、11月中旬～3月上旬 15℃、3月中旬～停止 14℃とした。

温風暖房機の稼働期間は、11月1日～4月20日とし、設定温度は、17～20時 12℃、20～6時 8℃、6～8時 15℃とした。

試験に供したハウスは、定植前から天井ビニールとハウスサイドには防虫網(1mm目)が展張してあった。内張り天井ビニールは無く、内張りサイドビニールは展張した。ハウスの換気方法は、ハウス内気温によりサイドビニールを自動開閉することによった。サイド開閉の設定温度は、22℃とした。

[結果及び考察]

(1) 高設ベンチ栽培と土耕栽培の旬別平均温度の推移

高設ベンチ栽培培地温(以下高設培地温)、土耕栽培培地温(以下土耕培地温)、ハウス内気温及び外気温の旬別

の平均温度を図1に示す。高設ベンチ栽培では10月17日から4月22日まで培地加温を行った。

定植から10月下旬までと4月下旬頃は、高設培地温と外気温がほぼ同様であったが、ハウス内気温は1~2℃高く推移した。9月下旬から10月下旬までに高設培地温は、25℃から15℃まで10℃低下した。土耕地温は10月上旬までハウス内気温と同じであったが、それ以降11月下旬まで温度低下しながらも高設培地温より高く推移し、最大5℃の差がみられた。

12月上旬から2月中旬までは土耕地温が1~2℃低く経過した。

3月中旬からは土耕地温が上昇し、4月中旬には平均地温が20℃となったのに対し、高設培地温の平均温度は15℃とほぼ一定であった。

ハウス内の平均気温は、12月下旬まで低下し、その後3月下旬までは12~13℃を維持し、4月には16℃に上昇し、土耕の平均地温は平均気温より4℃高く推移した。

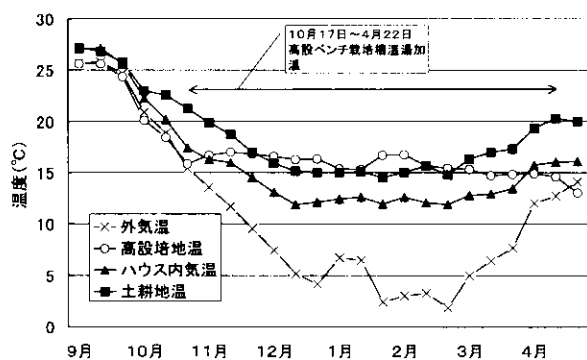


図1 旬別の平均気温の推移

イチゴの生育促進期に当たる11月下旬まで高設培地温が土耕地温より低く経過することは、高設ベンチ栽培が早く根の生育適温になり、根圏加温で適温が維持できる有利性がある。土耕栽培ではこの期間に高地温のため根張りが不十分で地上部の生育が勝る結果となり、冬期の成り疲れ等につながる欠点の可能性もある。「岐阜県方式」では土耕栽培でありがちな冬期の成り疲れ回避がこの時期の温度環境から推察される。しかし、「岐阜県方式」の根圏温度が低く経過させてしまうことは生育が遅延する可能性もあり、10月上旬から根圏加温の設定を行っておくのがよいとみられる。また、冬期の収穫期の根圏温度の確保は、イチゴの草勢維持に有利である。

果実品質では、土耕栽培では、畦のマルチ上にイチゴ果実が接するため、3月以降の地温上昇は、高設ベンチ栽培より果実の軟質、過熟果が生じやすいことを示している。

(2) 時期別の温度の日変化

温度の転換時期となる時期の日変化を図2から図6に示す。ここでは特に根圏温度に注目しながら、「岐阜県方式」が適正な温度環境で栽培されているか日変化の推移をみて、前述したことを検証する。

10月下旬の土耕地温は18~24℃で推移し、根の生育適温の18~20℃よりやや高く、これ以前の地温は、根の生育において高すぎるのがわかる。高設培地温は日中に20℃まで上昇し、夜間は根圏加温で14℃を維持するよう管理されている(図2)。

11月下旬には高設培地温と土耕地温はほぼ同じの15~19℃で推移した。ハウス内気温は加温により夜間8℃に維持された(図3)。

この後の12月から2月下旬までは、土耕地温が高設培地温より低く経過した。土耕地温は13~17℃であるのに対し、高設培地温は収穫期の根の生育適温の15~17℃で維持され、土耕地温より変動幅は小さく安定して推移した。ハウス内気温は最低気温8℃、最高気温25℃で管理した(図4)。

3月上旬には、土耕地温は14~19℃で日変化し、高設培地温は15℃程度を維持し、ほぼ同程度の温度であった(図5)。

その後、土耕地温が高設培地温を上回るようになり、培地加温を停止した5月上旬では、土耕地温は19~25℃と高く推移したのに対し、高設培地温は日中の最高地温が19℃で、夜間には外気温と同じに推移し、この日には8℃まで低下した。ハウス内気温は午前6時頃は10℃程度であり、高設ベンチの果実温はほぼこの温度と推察される。一方、土耕栽培では果実はマルチに接しており、地温(19℃以上)の影響を受けているとみられる(図6)。

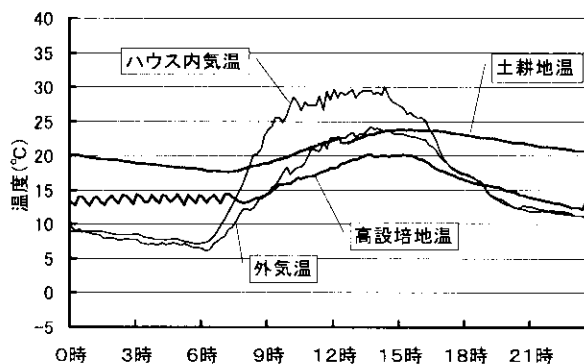


図2 10月下旬(10/25)の温度日変化

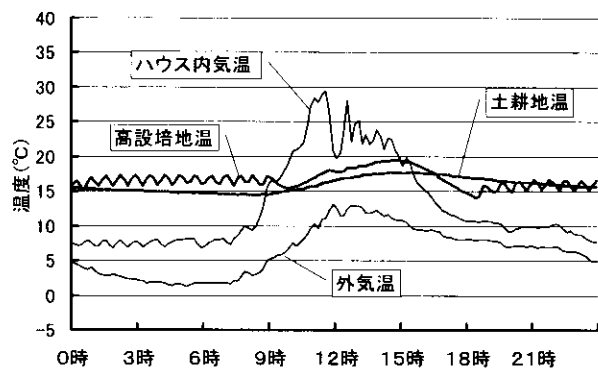


図3 11月下旬 (11/30) の温度日変化

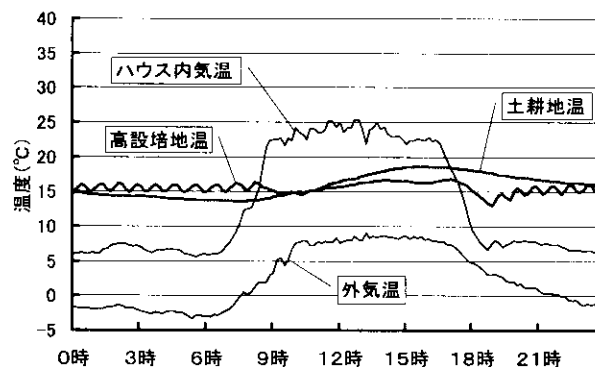


図5 3月上旬 (3/1) の温度変化

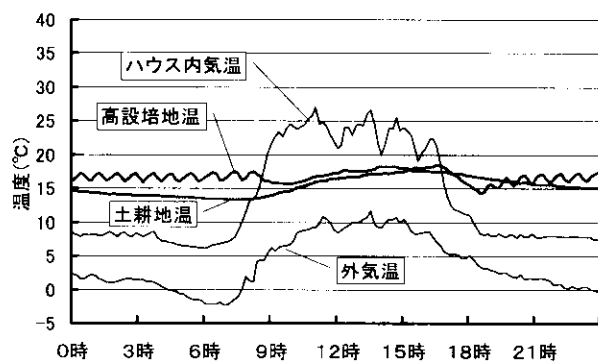


図4 2月上旬 (2/2) の温度日変化

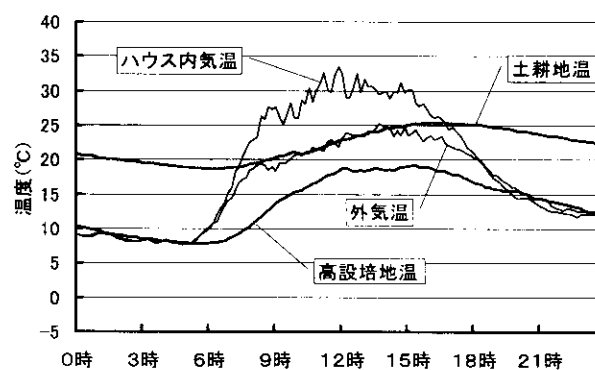


図6 5月上旬 (5/4) の温度日変化

(3) 厳寒日の高設培地温の推移

平成12年2月17日は、外気温が -8.6°C と今冬期の最低気温であった。この日から翌日にかけての培地温、温湯管の温度、ハウス内気温及び外気温の推移を図7に示す。高設ベンチは19mの4条ベンチで行い、温湯通水管の総延長は76mである。

培地温を確保するためには、18日未明にみられるように、温湯は 20°C を確保でき、ハウス内気温は 5°C 以上が確保できることが必要である。この時の温湯管の行管と戻管の温度差は 1°C 程度で、培地温も戻り管部分が

わずかに低い程度であった。

17日未明は、ハウス内気温は 3°C まで低下しており、 5°C より下がった時点から培地加温の温湯通水は連続運転となった。温湯管の温度は 15°C まで低下し、培地温は、行管付近で 11°C まで低下し、戻管付近ではそれより 1°C 低くなった。

ハウス内気温及び根圏温度を確保するためには、導入する温風暖房機及び温湯ボイラーの能力を勘案する必要があることが明らかになった。

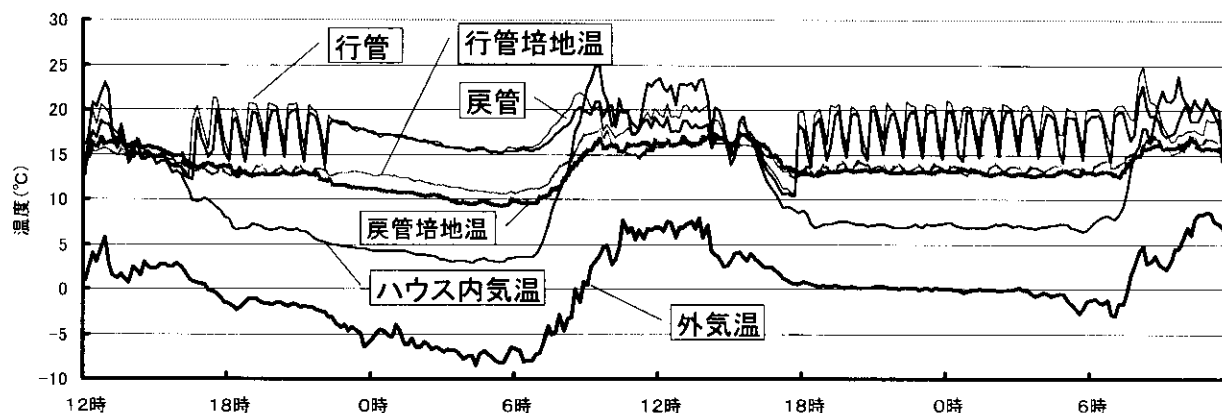


図7 2月16日12時から18日12時の培地温の推移 (平成12年)

2. 「岐阜県方式」の給排水量の推移

〔材料及び方法〕

排水感知型給液ポンプ制御装置は、平成12年4月に開発し、排水制御区と未制御区で制御装置の作動状況を確認した。給液回数は両区とも10回/日、未制御区の給液量はベンチ長5mで6,500cc/日とした。

平成12年度産イチゴでは、平成12年9月17日～13年5月31日まで排水感知型給液ポンプ制御装置を設置してその状況を調査した。供試品種は「濃姫」を用い、給排水量は毎朝9時に調査した。給液回数は、時期により5～11回/日と設定を変更した（図9参照）。試験規模は、144㎡ 1,200株で行い、排水回収は、回収桶を栽培槽の直下に設置してタンクに回収した。

〔結果及び考察〕

4月7日前後の排水制御区と未制御区の排水量を図8に示す。曇雨天日には蒸散量が少なく、排水が多くなる。栽培槽による差もあるが、未設置の4月6日には、両栽培槽とも約4cc/5mの排水が出ている。曇雨天となった11、15、16日には未制御区で4～6cc/5mの排水量に対し、4月7日に制御装置を設置した制御区では1cc/5m程度と安定した少ない排水量であった。

この制御装置は、排水を感知してから給液ポンプを停止するまでの時間調整も組み込まれており、給液回数、1回当たりの給液時間、感知後制御するまでの時間を調整することにより排水率を自在にコントロールできる。概ねの排水は250cc/mとし、平均排水率は2割程度とするよう設定する。

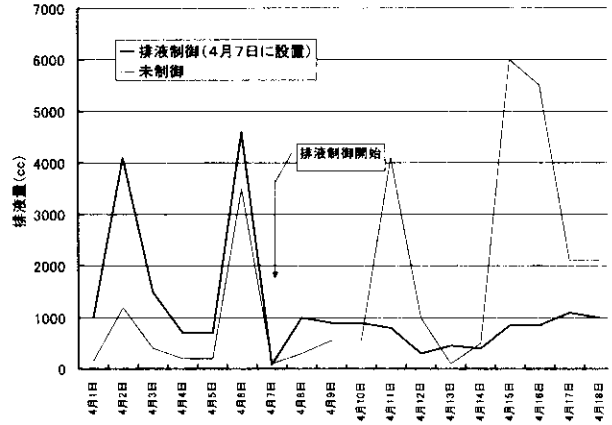


図8 排水感知型給液ポンプ制御装置による排水量の推移 (5m、28株分の排水量、平成12年)

排水感知型給液ポンプ制御装置による12年度の1作通じての給液回数、株当たりの給排水量を図9に示す。給液回数は5～10回まで時期により設定を変えており、また、給液量は天候に応じ変化するので、1日毎に増減している。10月上旬までの最大量300cc/株から冬期にかけて漸減し200ccとなり、2月上旬から漸増し、4・5月では600ccまで増加している。晴天日には多く、雨天日には少なくなり、2倍程度の差がみられる。排水量は3月まで50cc前後ではほぼ一定しており、3月下旬以降100cc程度になることがあった。

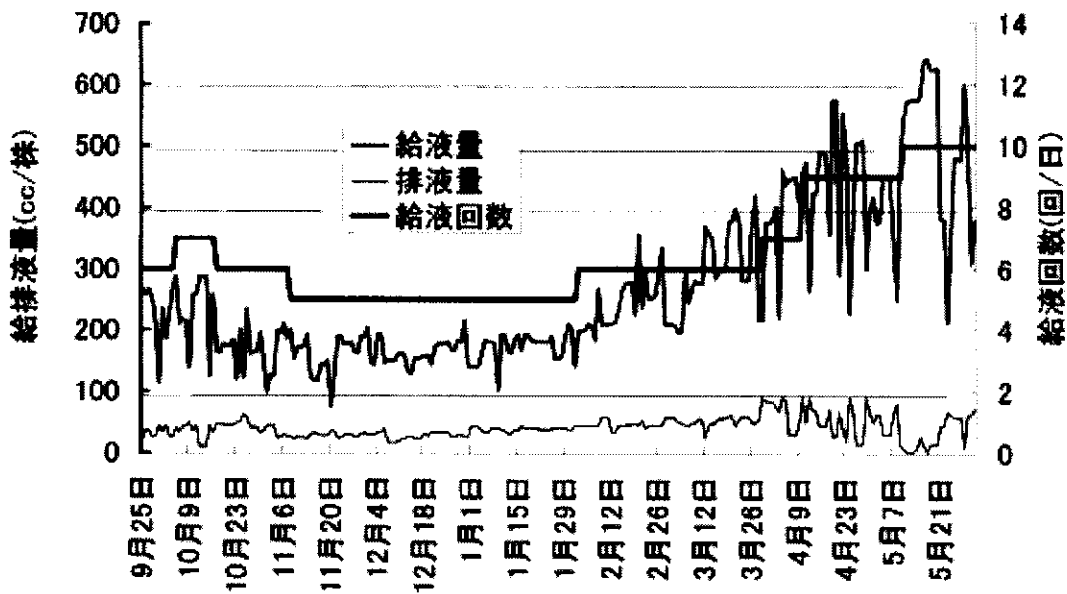


図9 給液回数と給排水量の推移 (平成12～13年)

3. 「岐阜県方式」の給排水の肥料成分の推移

〔材料及び方法〕

供試品種は「濃姫」を用い、培養液は当所の農技研処方を使用した。給液方式は原液2液の希釈タンク方式とし、200%の原液タンクA Bそれぞれに、以下の成分を混合して作成した。

- Aタンク：硝酸加里 13.52kg、硝酸石灰 2.08kg、
 Bタンク：硝酸アンモニウム 2.60kg、第1 磷酸加里 3.44kg、
 硫酸マグネシウム 4.20kg、キレート鉄 960g、
 硼酸 112g、塩化マンガン 72g、
 微量要素（サンスイ社製）400cc

給排水の分析サンプルの採取は、10日毎とEC設定値変更日の午前9時に実施した（排水は1日分混合）。培地内溶液の採取はポーラスカップと真空採血管による吸引によった。

分析項目は、pH、EC、NO₃-N、NH₄-N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mnとした。

給液管理は、給液開始が9月17日からEC濃度0.4mS/cmとし、9月20日以降は0.6~0.9mS/cmで管理した。給液回数は5~11回/日、給液量は130cc/回・mとした。排水感知型給液ポンプ制御装置を4月7日に設置した。

なお、本試験は平成11年度産作を対象にしており、定植は平成11年9月13日であった。その他栽培概要として株間18cm、電照時間・時期は4時間・11月15日~2月29日、保温開始は11月15日、加温開始12月1日（4段サーモ変温管理）で行った。

〔結果及び考察〕

培養液のpHは、当初7程度と高かったためpH降下剤をBタンクに投入し、5~6程度で管理した。排水のpHは、7~8.2と高く、培地溶液のpHは2月末まで7.5~8と高かったがその後漸減し、5~6月は6.5程度であった（図10）。

培養液のEC濃度は、9月17日から0.4mS/cm設定、9月21~28日は0.7mS/cm設定、9月29~10月末まで0.9mS/cm設定としたが、葉に濃度障害とみられる黒変が生じたため、0.7mS/cmに下げ、1月下旬からは0.6mS/cm程度で管理した。排水のEC濃度は、4月中旬まで培養液より0.05~0.4程度低かったが、それ以降漸増し、6月中旬では1.2mS/cmと高くなった。培地溶液のEC濃度は0.2~0.4mS/cm程度で、排水濃度が高まった4月以降も同程度であった（図11）。

培養液のNO₃-N濃度は、EC濃度とほぼ連動し、3~5me/lの範囲で推移した。排水及び培地溶液は、2me/l以下で、3月頃には0me/lに近い状況であった（図12）。

培養液のNH₄-N濃度は、調査日でND~0.35me/lまでバラツキがみられ、原液供給のタイミングと希釈タンク内での硝酸化成の可能性が推察された。排水では僅かながら検出されるときがあったが、培地溶液ではN.D.であった（図13）。

培養液のP濃度は、EC濃度とほぼ連動し、1~1.8me/lの範囲で推移した。排水は1月中旬まで0.4~0.8me/lであったが、それ以降4月上旬までは0.1me/lと低く、その後増加し、5月中旬以降は培養液より高くなることがあった。培地溶液は4月中旬まで0.2me/lと低くその後増加した（図14）。

培養液のK濃度は、EC濃度とほぼ連動し、2~4me/lの範囲で推移した。排水の濃度は、培養液に近く初中期の生育期間中でも培養液濃度を超えるときがみられた。5月以降は培養液濃度の1.5倍程度であった。培地溶液の濃度は、培養液濃度を超えることはなく、1~2.5me/lであった（図15）。

培養液のCa濃度は、1月上旬まで1.3me/l程度で推移したが、その後5月中旬までは1.4~1.7me/lと高くなり、その後は0.8me/lとなった。排水は4月上旬まで0.2~0.6me/lで推移したが、5月に高くなり、また6月には0.6me/lに下がった。培地溶液は、0.5me/l以下で推移した（図16）。

培養液のMg濃度は、1me/l程度で全期間推移し、排水は3月末までは0.5me/l前後で推移したが、4月以降増加し、培養液濃度を超えた。培地溶液はほぼ0.5me/l以下で推移した（図17）。

培養液のFe濃度は、EC濃度とほぼ連動を基本とし1.5~2.5ppmの範囲で推移したが、時に低い場合があった。排水の濃度は変化が大きく、また培地溶液は4月中旬まで培養液濃度や排水濃度を超えることはなかったが、5月以降は3者が同程度であった（図18）。

培養液のMn濃度は、EC濃度とほぼ連動し、0.1~0.5ppmの範囲で推移した。排水では2月上旬まで0.1ppm程度検出されたが、その後はN.D.となり、後半で僅かながら検出された。培地溶液ではほぼN.D.であった（図19）。

以上の結果、培養液中のNH₄-N濃度は不安定であり、排水等には検出されず、また、時期によって排水、培地溶液中に検出されないことがあるP及びMnは組成濃度がやや低いとみられる。培養液のCa及びMg濃度がEC濃度と連動しないのは、原水中に含まれる濃度が高いことが影響しているとみられ、原水の時期別変動も考えられる。これらの結果を踏まえ、今後とも「濃姫」に適した培養液組成を検討する必要がある。

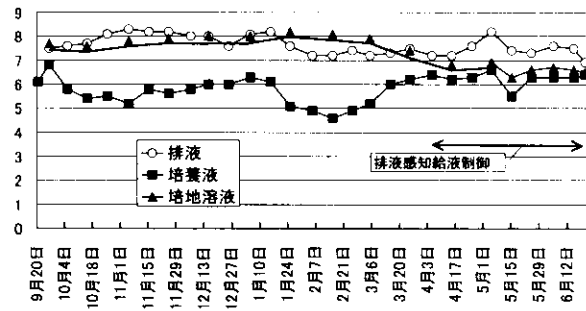


図10 pHの推移

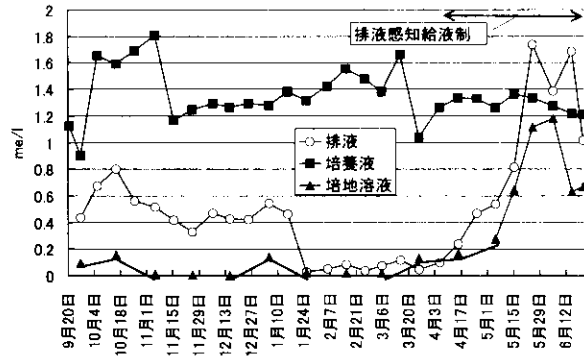


図14 Pの推移

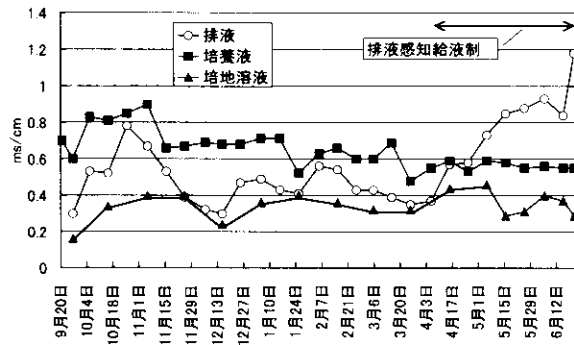


図11 EC濃度の推移

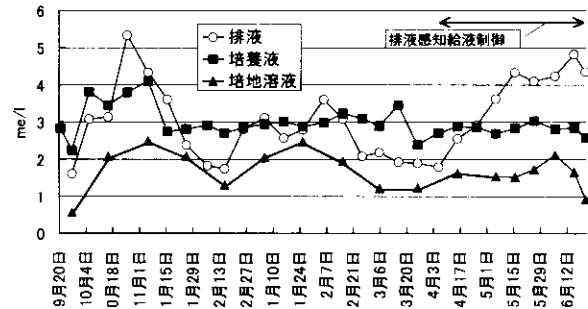


図15 Kの推移

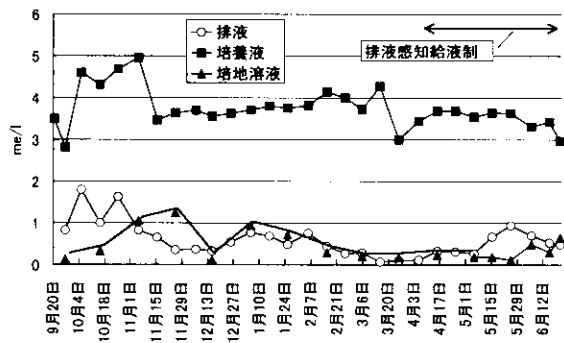


図12 NO₃-Nの推移

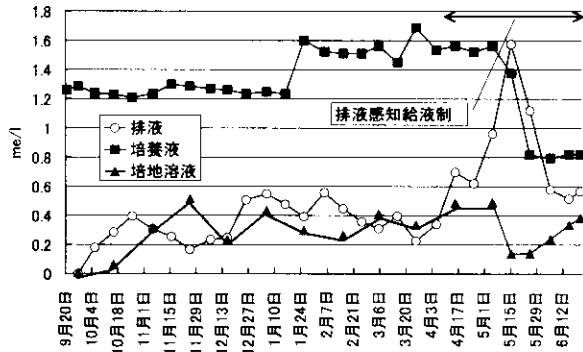


図16 Caの推移

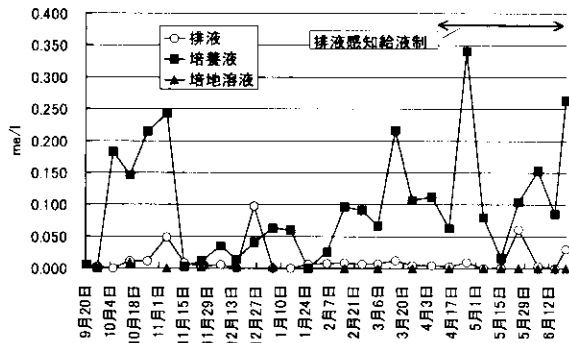


図13 NH₄-Nの推移

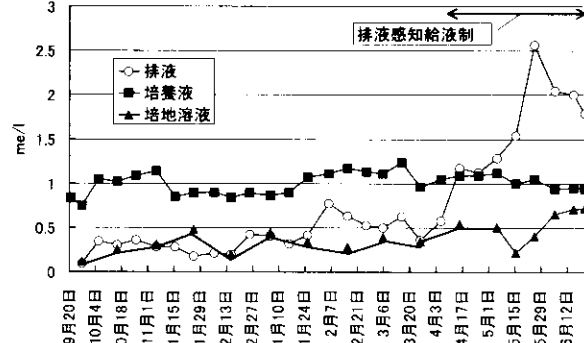


図17 Mgの推移

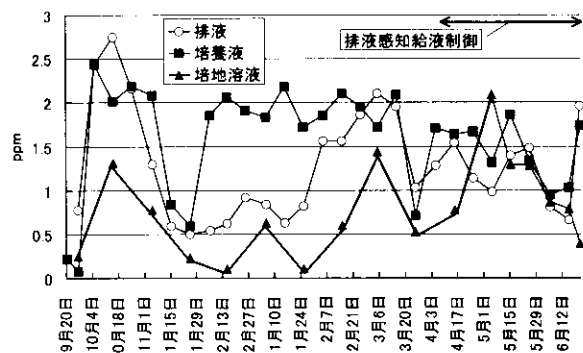


図18 Feの推移

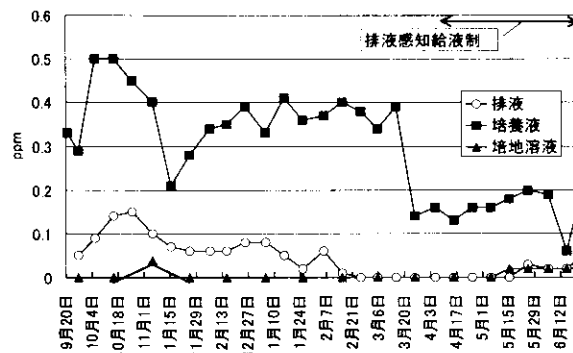


図19 Mnの推移

4. 「岐阜県方式」の肥料収支

〔材料及び方法〕

供試品種は「濃姫」を用い、培養液は当所の農技研処方を使用した。給液方式は原液2液の希釈タンク方式とし、200%の原液タンクA Bそれぞれに、以下の成分を混合して作成した。

- Aタンク：硝酸加里 11.73kg、硝酸石灰 3.37kg、
 Bタンク：硝酸アンモニウム 3.87kg、第1 磷酸加里 4.56kg、
 硫酸マグネシウム 4.58kg、キレート鉄 960g、
 硼酸 112g、塩化マンガン 108g、
 微量元素（サンスイ社製）400cc

給排液の分析サンプルは15日毎とEC設定値変更日の午前9時に実施した（排液は1日分混合）。

本試験は、平成12年度産作を対象にしており、排液感知型給液ポンプ制御装置を装備して、試験規模144m² 1,200株で行った。

原水を分析し、原水からの各成分の供給量を算出し、給液、排液の肥料成分は、EC濃度設定変更時と15日毎に採取・分析し、期間液量に乗じてその期間の肥料量とした。給液量は毎朝9時に流量計で、排液量は毎朝9時に集液した排液量を1日分として測定した。

〔結果及び考察〕

生育は順調で、全期間収量は8.5t/10aと多収であり、本施肥方式が全般的に大きな支障がないことが伺えた。

培養液の全給液量は528m³/10aで、排液は113m³/10aとなり、排液率は21%と排液感知型給液ポンプ制御装置の作動の精巧さが実証できた（表1）。

N合計では施肥と原水からの供給量が28.68kg/10aが、培養液の分析からは28.22kg/10aが試算された。N合計はその数値の極めて近似なことから分析方法が概ね正当であると判断される。しかし、NH₄-Nは培養液の算出量が施肥量の半分以下であり、その相当量がNO₃-Nで増加していた。一方排液のN合計量は1.11kg/10aと少なく、イチゴが吸収した量と有機質培地のヤシ殻に吸着及び分解に使用された量は96%と高く、システムとしての排出割合は4%弱であった（表1）。イチゴの吸収量と培地の利用量の解明については今後の課題である

Pの排出割合は8%強、Kは約16%、Caは5%強、Mgは15.0%弱、Feは32~40%、Mnは2~5%が推察された（表1）。

以上の結果、今回供試した培養液組成の農技研処方では全期間で見ると、K、Mg、Feの排出割合が高く、時期別の吸収量の把握と共に、効率のよい培養液組成の開発を行う必要がある。

表1 「岐阜県方式」の肥料成分収支（平成12年9月～平成13年5月末） 10a当たり換算の成分量（単位：m³, kg）

項目	液量	NO ₃ -N	NH ₄ -N	T-N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
施肥量		21.68	5.54	27.22	8.62	45.99	4.41	3.68	1.04	0.102
原水供給量		1.46	N.D.	1.46	0.05	0.91	10.05	2.14	N.D.	N.D.
小計 ①		23.14	5.54	28.68	8.68	46.89	14.46	5.82	1.04	0.102
給液 ②	527.53	26.21	2.01	28.22	8.78	52.27	14.77	6.35	0.85	0.236
排液 ③	112.72	1.08	0.03	1.11	0.73	7.94	0.81	0.87	0.34	0.006
排出割合(%)③/①		4.65	0.53	3.86	8.42	16.94	5.62	14.97	32.60	5.53
排出割合(%)③/②	21.37	4.11	1.47	3.92	8.32	15.20	5.50	13.72	39.95	2.39
Nを12mc/l換算した給液平均組成比(me/l)				12.00	5.07	7.98	4.40	3.15		
日標給液組成比(me/l),EC推定値2.0mS/cm				12.00	5.00	6.00	4.00	2.50		

5. 炭酸ガス施用の状況

〔材料及び方法〕

炭酸ガス補充の有無によるハウス内炭酸ガス濃度の推移を比較した。炭酸ガス補充はプロパンガス燃焼とし、1,500ppmの濃度コントロール設定とした。補充はハウス密閉時とし、午前6時から概ね10時とした。期間は11月下旬から3月中旬とした。

〔結果及び考察〕

無補充でのハウス内炭酸ガス濃度は、前日夕方のハウス密閉後から徐々に高まり、早朝5時30分頃に約600ppmでピークとなつてからは、8時頃まで急激に減少する。その後、サイド換気を行っても外気の炭酸ガス濃度320ppmより低い200ppm強で推移している(図20)。

炭酸ガス補充の場合は、8時頃に1,800ppmまで上がったが、その後、光合成によって消費され、10時には700ppmまで低下した。換気後は無施用と同様に200ppm程度で推移している(図21)。

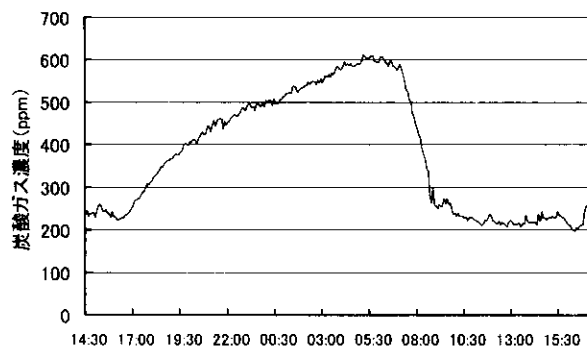


図20 炭酸ガス無補充時の濃度の推移

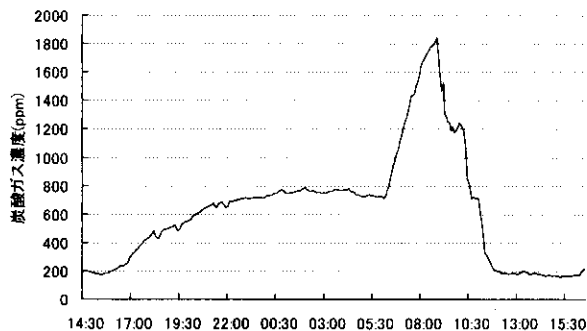


図21 炭酸ガス補充時の濃度の推移 (H12.1.11)

6. 生育、収量及び果実品質

〔材料及び方法〕

供試品種は濃姫を用い、高設ベンチ栽培「岐阜県方式」と土耕栽培いずれも、作型はポット育苗による促成栽培で行った。試験規模は、1区20株2反復とし、定植は、平成11年9月13日に行い、株間18cmとした。

「岐阜県方式」の給液管理は、試験3と同様である。土耕栽培の施肥量(成分量kg/10a)は、N 14、P₂O₅ 14、K₂O 14とした。

草勢の指標として草丈の推移を調査した。収量調査は土耕栽培は4月末までとし、「岐阜県方式」は6月20日まで実施した。糖度はBrix糖度計、酸度はクエン酸換算滴定酸度、アスコルビン酸はRQフレックス、また硬度は貫入硬度計で測定した。

〔結果及び考察〕

生育状況として草丈の推移を表2に示す。高設ベンチ栽培では12月まで土耕栽培より生育がやや劣ったが、それ以降は草勢が劣ることなく、立性で順調に生育した。土耕栽培では頂果房収穫終了後の1月～2月中旬にかけて草丈は20cm程度と草勢が劣ったが、その後草勢の回復がみられ、4月には両者の草丈の差はみられなかった。

収量については、土耕栽培は、4月末までの栽培であり、高設ベンチ栽培との収量性の比較はここまでである。一方、高設ベンチ栽培は6月20日まで収量調査を継続したので、図22には参考として全期間の収量を示した。

収穫始めは、土耕栽培が11月18日、高設栽培が11月29日となり、土耕栽培が10日早かった。また、年内収量は、高設ベンチ栽培が850kg/10a、土耕栽培が1,170kg/10aと後者が300kg優った。これらのことは10月上旬に高設培地温が低く経過したことによる生育遅延の影響とみられる。土耕栽培が2月に240kg/10aと大きく成り疲れしたのに対し、高設ベンチ栽培は960kg/10aと成り疲れしなかった。2月末までの収量では高設ベンチ栽培が500kg優った。

3月の土耕栽培の収量は成り疲れ後の急激な回復で1,780kg/10aと高設ベンチ栽培の1,350kgを400kg程度上まいったが、4月にはそれぞれ、1,470kg、1,670kgと高設ベンチ栽培が200kg上まり、4月末までの可販収量は高設ベンチ栽培が300kg上まいった。

参考として、高設ベンチ栽培の5～6月収量は2,000kg/10a程度あり、6月20日までの可販収量は8,500kg/10aであった。

果実の大きさは、土耕栽培で収穫が早かったこともあり、年内やや小さい傾向で、また3月以降も同様の傾向であった。15g以上の大玉率は、土耕栽培73%、高設ベンチ栽培82%であった。

果実品質を表3に示す。糖度では土耕栽培が10.8%～8.9%と時期別変動が大きかったのに対し、高設ベンチ栽培では安定した糖度を示した。酸度、糖酸比には大差なく、果実硬度は（貫入硬度）、高設ベンチ栽培がやや高い傾向であった。また、3月以降の高温期には収穫時の果実の触感が土耕栽培でややべたつく感じがあったのに対し、高設ベンチ栽培では果皮がサラリとして収穫調整が容易であった。

表2 草丈の推移

栽培方式	11月	12月	1月	2月	3月	4月
土耕栽培	25.7	30.4	26.8	20.3	28.8	37.8
高設栽培	23.5	26.3	28.2	29.8	33.5	39.8

単位cm。各月中旬測定

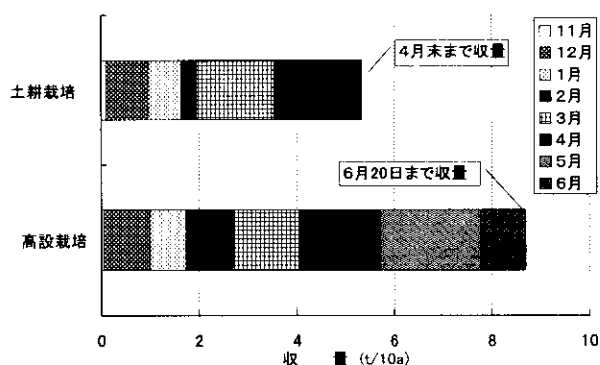


図22 月別収量の推移

表3 時期別果実品質

栽培方式	月日	糖度	酸度	糖酸比	アスコルビン酸	硬度
土耕栽培	12/18	10.8	0.69	15.7	744	268
	1/11	10.0	0.66	15.2	786	223
	2/21	9.2	0.56	16.4	795	222
	3/30	8.9	0.57	15.6	861	194
高設栽培	12/18	10.0	0.67	15.0	693	282
	1/11	9.5	0.65	14.6	756	238
	2/21	9.6	0.54	17.7	795	218
	3/30	9.7	0.60	16.2	843	204

単位 糖度及び酸度%、アスコルビン酸 ppm、硬度g/cm²

総合考察

高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」は平成11年に発表され、その開発経過とシステム概要について第1報で報告した³⁾。本報告では「岐阜県方式」の栽培試験を通じて、給液装置や環境調節機器等の管理等の栽培技術を明らかにした。

〔温度環境等について〕

「岐阜県方式」の不織布製樋状栽培槽は、排水良好にすること、培地の省資源化のため1株/株と小さいことから根圏域の温度環境の適正な管理が必要である。時期別に温度環境をみると、定植後は土耕栽培より培地温が低く、根の生育に適正な温度に早くからなり、良好な根張りが得られると判断される。しかし、根圏加温の遅れは、生育遅延となり、根圏加温の準備は10月上旬から設定することが好ましいと判断された。3月以降は土耕栽培で地温が上昇していくのに対し、5月においても根の適正な根圏温度を確保することができることが明らかとなった。親株栽培槽の開発で明らかにしたように発泡スチロール等による栽培槽より優れるところである⁵⁾。

根圏温度の設定は14～15℃としているが、この温度は、電照、ハウス内気温管理、炭酸ガス補充等との組み合わせによる総合的な草勢維持管理技術である。草勢が劣ってきたとき等はさらに根圏温度を高めに設定することもあり得る。しかし、草勢の強い品種では電照等他の管理技術をも注意して草勢を維持する必要がある。

根圏域の温度を維持できるだけの十分な能力のある温湯ボイラーを設置する必要があり、その目安はボイラーの熱容量を栽培槽の総延長で割った値が30kcal/m以上となるよう選定することとした。

高設ベンチの果実は空気中に下垂することにより、直射日光を受けるまでは、果実の温度はハウス内気温に等しく、早朝収穫によって6、7月でも良好な外観の果実が収穫できる。この時期の果実品質は酸味が強く、用途は業務用が主体となるが、土耕栽培を大幅に上回る収量が得られる。

〔給排水量・給液について〕

「岐阜県方式」の不織布製樋状栽培槽は、排水良好で余分な給液は、栽培槽下から無駄に捨てることになる。また、天候によって適正な給液量が異なる。そのため、栽培槽から排水が滴下するとセンサーに掛かり給液ポンプを停止する排水感知型給液ポンプ制御装置を標準装備している。これにより、雨天時の給液量は晴天時の半量となり、曇天時にも応じて給液量が変化することが明らかになった。給液回数は厳寒期に5回、5月は10回程度と時期によって回数を変えながら、本装置の設置により排水率が平均して2割程度に管理できることが実証され

た。

また、現在では曇雨天時給液カット装置も開発されており、さらに効率的な給液状況を可能にしている。

給液濃度は定植後（花芽分化後）に低いEC濃度で開始し、10月中旬頃から0.7~0.8mS/cm、3月以降0.6mS/cmで管理する。「濃姫」は、EC濃度が0.9mS/cm程度で葉脈間が黒ずむ症状を呈する事があり、低めの濃度を多回数給液する方式としている。

NO₃-Nは3~4月に排液、培地内容液中の濃度が特に低下し、Pは3月まで培地内容液中の濃度が低く、排液中も2~3月に低下している。Mnも培地内容液中にはほとんどみられない。NH₄-Nが排液及び培地内容液中の濃度が低いのは、培地内で硝酸化成されていることも考えられ、NH₄-Nの必要量はさらに詳細な検討が必要である。一方でK、Mg、Feは不足する時期もなく、排出割合も高く、過剰である成分とみることできる。給液、排液及び培地内容液の分析により、時期別にイチゴが吸収する成分に差があることも同われ、またEC濃度設定と農技研処方組成が必要十分であるかも今後検討されなければならない。それにより、給液の肥料組成は過不足なく、効率的に吸収され、排液中の濃度が低くなり、収量や果実品質が向上する「濃姫」に適した給液の開発が進められる。

〔生育、収量等について〕

生育・収量性で土耕栽培との大きな違いは、草勢の低下がなく、成り休みが無いことであり、「濃姫」¹⁾との組み合わせによりさらに多収性を確保している。平成11年度産は6月20日までの収量で8.5t/10a、平成12年度産は5月末までで8.5t/10aを得ている。果実品質では、安定した糖度が得られるのが特徴である。これは根圏温度の確保によって根の活性が高まること、また草勢が低下しないため株の同化能力が高く維持できることによると推察される。酸度、ビタミンC（アスコルビン酸）は土耕栽培と変わらない結果が得られている。

「岐阜県方式」は、省資源化を図り、環境調節機器を標準装備して、収量目標6t/10a以上としているシステムである。温度管理機器、給液装置、培養液等の作動状況を調査し、栽培システム「岐阜県方式」の特性を明らかにした。そしてそれに基づく生育・収量性を報告した。本報告で、具体的に示さなかった他の環境調節機器には、温風暖房機、電照装置、攪拌扇があり、これらも含めた各種機器の時期別の設定値管理表を表4（次ページ）に付記した。この表の作成により、高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」は、栽培方法がマニュアル化され、少人数ながらもイチゴ栽培未経験のUターン者や新規参入者においても好成績を得ていただいている。本報告が、

さらに多くのイチゴ高設ベンチ栽培生産者に、そして岐阜イチゴの生産振興に寄与できれば幸いである。

今後は、本報告の結果を踏まえて「濃姫」に適した高収量が得られ、環境に優しい培養液の肥料組成の開発を手がけ、さらに培養液循環による培養液閉鎖システムの開発並びに天敵等を利用した安全・安心な岐阜イチゴブランドを向上させる研究を推進する予定である。

引用文献

- 1) 長谷部ら (1997) イチゴ新品種「濃姫 (品種登録申請中)」について 岐阜農総研報 10:1~5
- 2) 越川兼行 (2001) 高設ベンチ栽培「岐阜県方式」と土耕栽培の温度環境及び収量性について 日本農気学会東海支部会誌 59:11~16
- 3) 越川兼行ら (2000) イチゴの高設ベンチ栽培システム「岐阜県方式」の開発 農技研報 1:1~8
- 4) 越川兼行ら (2000) イチゴの高設ベンチ「岐阜県方式」園芸学学会誌第69巻 別冊1:474
- 5) 越川兼行 (1998) イチゴの雨よけ高設育苗に適する親株の栽培ベッド構造と設置法 関東東海農業試験研究推進会議研究成果情報 (野菜):530~531

ABSTRACT

We made a report on the development of bench culture system "Gifu Method" for strawberry production (Part 1) in 2000. It was written about the progress of development and the system. This report is written about the conditions of the temperature control, the quantity of culture solution and waste solution, and the concentration and ingredients of culture solution. And then we define the proper value for establishing machinery and tools which regulate environment. Finally, we produce the good results that strawberry plants keep good form and yield higher gross production, and that fruit maintain good quality during the harvest.

KEYWORD

bench culture, Gifu Method, hydroculture, production system, strawberry

表4 給液装置及び環境制御装置の時期別設定値管理表

月	日	作業	培養液濃度 ms/cm	給液回数 回/日	培地加温 ℃	炭酸ガス ppm	ハウス加温	電照時間 日長延長	備考
9	上旬 中旬 下旬	培地灌水始め 定植 培養液給液開始 培養液濃度変更 給液回数変更	原水 原水 0.4~0.5 0.5~0.6	7 ↓ 6				無	定植後手灌水1回 花芽分化確認後培養液給液開始
10	上旬 中旬 下旬	培養液濃度変更 培地加温セット 培養液濃度変更 マルチ 給液回数変更 攪拌扇始動 給液回数変更	0.6~0.7 ↓ 0.7~0.8	↓ 6 ↓ 5	13 ↓				20℃以下で作動するようサーモ制御
11	上旬 中旬 下旬	培地加温変更 温風暖房機セット 電照開始 炭酸ガス補充 収穫開始 電照時間変更			14 ↓	開始 1000 ppm	4段サーモ	2 ↓ 4	4段サーモ 17~20時 12℃ 20~6時 8℃ 6~8時 15℃
12	中旬	培地加温変更			15 ↓				
2	中旬	給液回数変更 電照時間変更		6 ↓				2 ↓	
3	上旬 中旬 下旬	給液回数変更 電照停止 培地加温変更 培養液濃度変更 給液回数変更 炭酸ガス停止 培地加温変更	↓ 0.6~0.7 ↓	7 ↓ 8	14 ↓ 13	↓ 停止	↓ 順次設定温度 下げる	↓ 無	
4	下旬	培地加温停止			停止		停止		
5	上旬	給液回数変更		11 ↓					
6	下旬	収穫終了 株撤去 培地廃棄		↓					
8		培地入れ							