

イチゴ高設栽培における連作が生育・収量および培地に与える影響

Effects of Continuous Cropping on Growth, Yield and Properties of Culture Medium in High-Rise Isolated Bed Culture for Strawberry.

田中修作・歌野裕子・石田豊明・森田敏雅

Shusaku TANAKA, Hiroko UTANO, Toyoaki ISHIDA and Toshimasa MORITA

要 約

熊本県農業研究センターで開発した高設栽培装置を用いてイチゴを連作した場合、イチゴの商品果収量は10a当たり4,300~4,900kgと高く、培地のCECや腐植含量が連作により上昇するため頂果房の出蕾期がやや早まり、新規培地に比べ年内収量が増加する。培地の連続使用により、可給態リン酸および交換性カルシウムが増加し、交換性マグネシウムおよびカリウムは減少するが、生育や収量には影響ない範囲の変動と考えられた。また、培地の孔隙率にも連作年数による差はみられない。

以上の結果から、本高設栽培システムは培地の更新を行わず8年間のイチゴの安定生産が持続できる栽培システムであることが実証された。

キーワード：イチゴ、高設栽培、培地、連作、孔隙率

I 緒 言

イチゴの高設栽培は、従来の地床栽培での大きな問題である「しゃがみ姿勢」による長時間労働を改善し、「立ち姿勢」による作業の省力化、軽作業化を図れる栽培システムとして注目され、各県の実情に応じて様々な仕様の高設栽培装置が開発されている。

熊本県では1997年度にイチゴ高設栽培システムとして商品名「らくらくベンチ育・採」をチッソ株式会社と共同開発している¹⁾。開発された高設栽培装置の本格普及は2000年度から開始され、2001年度に農家数28戸となり、その後も着実に増加してきている。

本システムの特徴の一つは、培地用の素材としてピートモス、パーミキュライトやボラ土など変質しにくい原材料を選び、さらに育苗床土の70%を粉碎籾殻を用いているため基本的に培地更新を不要とした点である。しかし、システムを導入したイチゴ栽培農家からは連作に伴って、「装置や培地はどれくらい持つのか」、「培地は何年で入れ替えなければならないのか」といった高設栽培装置の耐久性や栽培の継続性に対する問い合わせが頻繁に聞かれるようになってきている。

本研究では、熊本県農業研究センターが開発した高設栽培システムを用いた栽培において、連作がイチゴの生育、収量および品質、ならびに培地の理化学性に及ぼす影響を明らかにし、本システムを用いた栽培の持続性を

検証した。

II 材料および方法

試験は全期間とも農産園芸研究所ビニルハウスで実施した。高設栽培用の培地は前試験課題において検討し優れた成績が得られたパーミキュライト、ピートモスおよび日向ボラ細粒の三者を一定の比率で配合し、培地として用いた。なお、各年度の作付終了後培地量が減少したと判断した場合は、未使用の培地を補充した。また、各試験年次における主な栽培管理や使用資材は耕種概要に示すとおりである。

栽培試験は2001年度から開始し、前試験の試験区を継続させることによって2004年度までに栽培年数の異なる8つの試験区を設定した(第1表)。試験規模はいずれの試験年次とも1区20株で2反復とした。

高設栽培装置によるイチゴ栽培は、「イチゴ省力地床育苗装置」で育苗した未分化苗を定植し、4条内なり方式で行った¹⁾。イチゴ果実の収穫調査は一番果収穫の12月上旬頃から翌年5月まで実施した。栽培終了後1ヶ月以内に2株分の培地(約7L)を2カ所から採取し、理化学性の分析をおこなった。分析はコアサンプラーを用いた土壌三相分布等の物理性測定およびpHや交換性イオン量等の化学性について常法に基づいて行った。

第1表 試験区の構成

区・No.	製造年	培地組成	備考
栽培8年	1997	専用培地①50%+草炭30%+粉碎モミガラ20%	専用培地②は1999年から草炭を混合し製品化従って 専用培地②(1999~) =専用培地①50% +草炭30% (1997・1998)
栽培7年	1998	専用培地①50%+草炭30%+粉碎モミガラ20%	
栽培6年	1999	専用培地②80%+粉碎籾殻20%	
栽培5年	2000	専用培地②100%	
栽培4年	2001	専用培地②100%	
栽培3年	2002	専用培地②100%	
栽培2年	2003	専用培地②100%	
栽培1年	2004	専用培地②100%	

注1) 試験区の構成は2004年度分を掲載、なお、「栽培〇年」は栽培年数を示す。

注2) 専用培地原材料配合比 1997~1999年度…ピートモス：バーミキュライト：日向ボラ細粒=35：30：35
2000年度～ …ピートモス：バーミキュライト：日向ボラ細粒=30：30：40

注3) 専用培地②(市販品)に含まれる肥料成分

P₂O₅：1000mg/リットル、CaO：2000mg/リットル、MgO：800mg/リットル

第2表 栽培概要

試験年度	供試品種	育苗方法	定植日	収穫期間	培地採取日		施肥量 (現物量)	作付前 培地補充 (容量比)
					化学分析	三相分布		
2001	とよのか	普通育苗	9月10日	11月24日～5月15日	6月4日	6月4日	33g/株	8%
2002	とよのか	普通育苗	9月10日	11月26日～5月16日	6月9日	6月9日	30g/株	—
2003	とよのか	普通育苗	9月12日	11月28日～5月14日	6月22日	6月22日	25g/株	7%
2004	とよのか	普通育苗	9月10日	12月2日～5月13日	5月27日	6月16日	25g/株	5%

注) 1 肥料はL Pコート配合高設栽培専用肥効調節型肥料

第3表 高設栽培装置を用いた耕種概要

①育苗

ア 育苗施設 熊本型イチゴ省力地床育苗装置(1株容量384ml=8cm×8cm×6cm)

イ 床土組成 専用培地30%+粉碎モミガラ70%

ウ 施肥量 固形肥料(基肥)+燐硝安加里特号S660(追肥) ※N成分260mg/株基準

エ 最終追肥 定植前35日

②高設栽培本圃

ア 施設：ビニルハウス(間口8m×長さ25m×2連棟、南北棟)

イ 装置仕様 ・外寸：幅138cm・高さ70cm(1ベッド当たり)・栽培槽ピッチ4m、通路幅55cm

・装置材質：ポリオレフィン樹脂(110℃耐熱)

・培地量：3.15L/株(計算値、実量3.50L/株…株間20cmの場合)

・栽植様式：4条内成り方式(1条+2条+1条)

※2条栽培槽株間23cm+1条栽培槽株間20cm 935株/a

・施肥：専用肥効調節型被覆肥料(成分比N：P₂O₅：K₂O=12：12：12、定植時植穴施肥)

※2002年度にL P配合比を変更(現行；L P S 80・15%+L P S S 100・85%)

ウ 管理方法

・マルチ被覆：10月7～15日被覆(年次気象による)

※2003年度に0.05mm透明ビニルマルチから0.03mm黒ポリマルチへ変更

・天井被覆：10月20～25日被覆

エ 夜間温度 5～8℃(天候により調整)

オ 電照期間 日長延長法により2～4時間(草勢・年次気象により適宜調整)

カ 付記事項 試験期間全般に亘り、摘果処理実施(商品果果実重7g以上)

Ⅲ 結果

1 イチゴの生育および収量に関する結果

(1) 試験期間中の気象概要

各試験年次の気象経過では、2001年度は定植期に当たる9月上旬に気温がやや低温であったため、比較的順調に定植が行われた。10月以降も比較的穏やかに推移し、天候に恵まれた年であった。2002年度は、10月下旬から気温が低下、11月の平均気温が10℃を下回り、12月以降回復したものの、イチゴの生育は停滞し、特に‘とよのか’では第1次腋果房の果形等品質に大きな影響を受けた。2003年度は、9月上旬の定植時期に高温が続いたため、定植日は平年よりもやや遅れ9月12日であった。また、この年は寒暖の差が激しく、11月は前年と一変して高温で推移したものの、1月下旬は寒波の襲来で厳しい冷え込みに見舞われた。2004年度も定植時期の気温は

以上のように、試験期間中の気温推移は、2001年度を除き、総じてイチゴの生育にとって必ずしも好適な環境であったとは言えなかった。

(2) イチゴの生育状況

本システムの技術的な特徴の一つは「未分化定植」を可能にした点である。これによって農家は煩雑な花芽分化の確認作業にとらわれず、計画的な定植作業を実践できる²⁾。この「未分化定植」は、専用育苗箱による小苗生産（クラウン径8mm以下）と専用のLPコート肥料の使用が根幹技術であり、小苗定植によって活着後の栄養生長を適度に抑制し、10月中下旬までの第1次腋果房分化を促し、頂果房との連続的の出蕾を図っている点にメリットがある。従って、この未分化定植による花芽分化が連作によって乱れが生じるようであれば、本栽培システムの耐久性や栽培の持続性に問題があることになる。

この点を明らかにするには、未分化定植による頂果房出蕾の揃いと第1次腋果房との連続性に対する連作の影響を評価する必要があると考えられる。さらに、試験経験からの達観ではあるが、頂果房の出蕾開始後20日程度で全株の90%以上の出蕾揃いが得られなければ、まず良好な収量・品質は得られない。この頂果房の出蕾揃いは、年次気象に左右されないことが絶対条件である。

第5表に、頂果房および第1次腋果房の出蕾ならびに開花調査の結果を示した。頂果房は年度毎の出蕾開始時期の早晩はみられ、2003年度が若干劣るものの、総じて出蕾状況は良好で問題はないと考えられた。各試験年次別の比較では、投入1年目の培地が連作された場合に比べて平均2日程度遅かったが、培地間で連作年数による早晩はみられなかった。一方、第1次腋果房に関しても、栽培1年目の培地で出蕾が遅れる傾向はみられず、試験期間全体を通して年内出蕾率80%以上の結果が得られ、培地の連作年数が花芽分化に悪影響を及ぼすことはないと推察された。

第1図に2004年度の連続出蕾状況を示した。この図から明らかなように、培地の連作年数に関係なく、11月上旬の頂果房の出蕾終了後、11月15日から第1次腋果房の出蕾が連続することが確認された。このことは、連作によっても出蕾パターンは乱されることなく安定しており、果房間の収穫の「中休み」が回避されるため、1月中旬から2月中旬にかけてのイチゴ収量は時期による変動は少なく安定すると考えられる。

(3) 連作に伴う収量性の変動

第6表にイチゴの年次別収量および商品果率を示した。この表において、2002年度の栽培1年目の培地を除き、試験期間全体を通して概ね収量は安定した傾向を示し、10a当たり商品果収量も4,300~4,900kg、商品果

第4表 試験期間中の月別気温の比較 (単位; °C)

年度		2001	2002	2003	2004
月・項目					
9月	最高	29.4	30.3	30.9	29.3
	平均	23.8	24.1	24.9	24.3
	最低	19.1	18.7	19.7	20.4
10月	最高	24.5	24.9	24.6	23.5
	平均	18.6	18.4	18.3	18.0
	最低	13.0	12.6	12.3	12.4
11月	最高	17.3	15.2	20.1	19.4
	平均	10.0	8.8	14.7	12.5
	最低	3.5	2.8	9.6	6.6
12月	最高	11.7	11.5	12.2	15.1
	平均	6.0	5.9	6.0	8.2
	最低	0.6	0.6	0.2	1.9
1月	最高	11.1	9.0	9.6	8.8
	平均	5.9	3.3	3.1	3.7
	最低	-1.9	-1.9	-2.8	-1.7
2月	最高	12.6	13.0	13.6	9.1
	平均	6.4	6.9	6.4	3.6
	最低	0.9	0.9	-0.5	-1.8
3月	最高	15.5	15.2	14.1	13.4
	平均	9.3	8.9	8.4	7.6
	最低	2.9	2.9	2.1	1.7

注) 農業研究センター気象観測データを記載

高かったことに加え、度重なる台風の襲来によって10月までの生育前半は非常に難しい生育管理を余儀なくされた。10月以降年内の気温は比較的穏やかではあったが、2月後半から気温が低下し、3月の収量は平年との比較では少ない傾向であった。

率は90%以上（摘果実施）と比較的良好な結果が得られた。年次毎に栽培1年目の培地と比べた場合、2003年度を除き、いずれも2年目以上の培地が総収量だけでなく商品果収量も増加しており、減少傾向は全く認められなかった。その2003年度に栽培1年目の培地を下回った栽培2年および3年目の培地の商品果収量にしても、10a換算値でそれぞれ4,593kg、4,429kgとコストパフォーマンスは十分達成される収量であり、問題視する必要はないと考えられる。

また、2003年度を除いて栽培1年目の培地が最も低い収量を示しているが、これは年内から1月期にかけての収量が劣ることが原因と考えられる（第2図）。

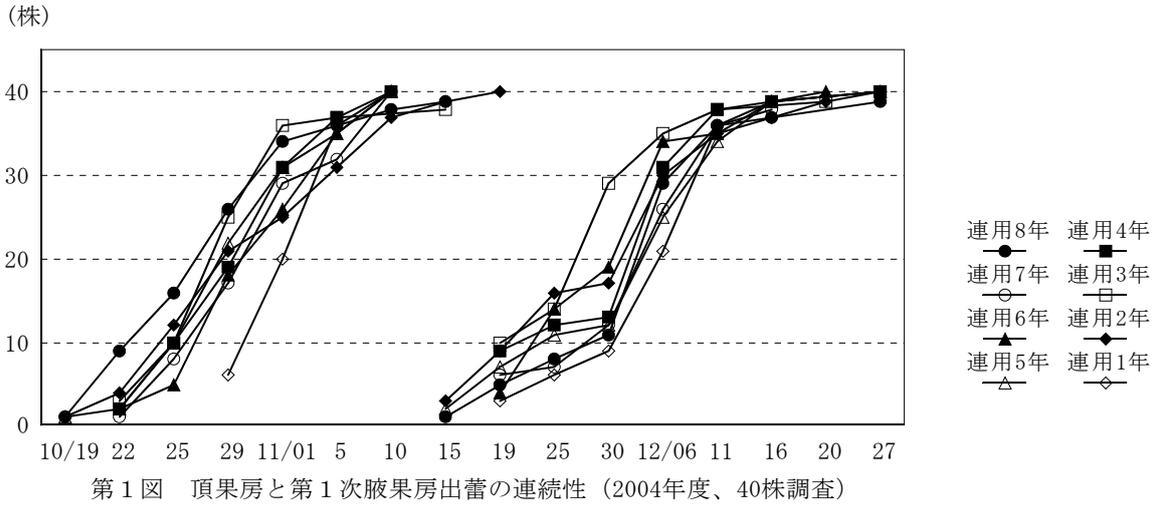
第7表に示した栽培年数と商品果収量との関係では、いずれの培地においても栽培年数に伴う減少は認められず、栽培1年目から収量調査を実施した2001～2003年の培地も2年目以降の収量は1年目を明らかに上回っており、この高設栽培システムを利用した連作によってイチゴの収量は徐々に増加すると結論される。

第5表 出蕾・開花

(40株調査、単位；月日・株・%)

試験 年度	項目 区・No.	頂 果 房				第1次腋果房		
		平均 出蕾日	出蕾 総数	出蕾 開始日	平均 開花日	平均 出蕾日	年 内 出蕾数	平均 開花日
2001	栽培5年	10/20.4	40	10/15	10/27.4	11/24.4	39	12/ 5.2
	栽培4年	10/20.4	40	10/15	10/28.3	11/30.3	32	12/ 8.3
	栽培3年	10/20.2	40	10/15	10/28.6	11/28.3	39	12/ 7.7
	栽培2年	10/22.7	40	10/15	10/30.5	11/28.7	35	12/ 9.5
	栽培1年	10/24.4	40	10/18	10/31.9	11/23.6	37	12/ 2.2
2002	栽培6年	10/25.3	40	10/15	11/ 5.7	12/ 2.7	40	12/14.0
	栽培5年	10/23.4	40	10/18	11/ 3.8	12/ 3.2	38	12/16.4
	栽培4年	10/23.8	40	10/15	11/ 5.5	12/ 6.0	40	12/17.9
	栽培3年	10/26.8	40	10/18	11/ 8.4	12/ 7.6	38	12/19.8
	栽培2年	10/25.5	40	10/18	11/ 8.1	12/ 7.5	39	12/18.4
栽培1年	10/27.8	40	10/18	11/ 9.3	11/30.0	39	12/13.9	
2003	栽培7年	10/25.8	39	10/20	11/ 5.0	12/11.7	38	12/11.5
	栽培6年	10/26.3	38	10/23	11/ 5.1	12/12.8	30	12/11.0
	栽培5年	10/26.1	38	10/20	11/ 5.1	12/ 6.8	38	12/11.3
	栽培4年	10/26.6	37	10/20	11/ 6.2	12/ 7.1	35	12/12.8
	栽培3年	10/26.1	40	10/20	11/ 5.4	12/ 7.9	35	12/ 9.7
	栽培2年	10/26.3	39	10/20	11/ 5.6	12/11.9	32	12/10.1
	栽培1年	10/29.0	40	10/25	11/ 7.2	12/ 5.8	39	12/ 7.4
2004	栽培8年	10/29.6	40	10/19	11/10.4	12/ 4.6	39	12/15.1
	栽培7年	11/ 1.0	40	10/22	11/11.8	12/ 4.1	38	12/16.3
	栽培6年	11/ 1.0	40	10/22	11/11.9	12/ 2.3	40	12/11.4
	栽培5年	10/30.7	40	10/19	11/11.0	12/ 4.5	40	12/15.6
	栽培4年	10/30.7	40	10/22	11/10.4	12/ 2.9	40	12/13.8
	栽培3年	10/31.0	40	10/22	11/11.1	11/28.9	39	12/14.7
	栽培2年	11/ 1.0	40	10/19	11/11.7	12/ 2.2	40	12/12.4
	栽培1年	11/ 3.1	40	10/29	11/14.0	12/ 6.6	40	12/17.3

注) 平均出蕾日・開花日：出蕾・開花した株の平均値



第6表 収量等

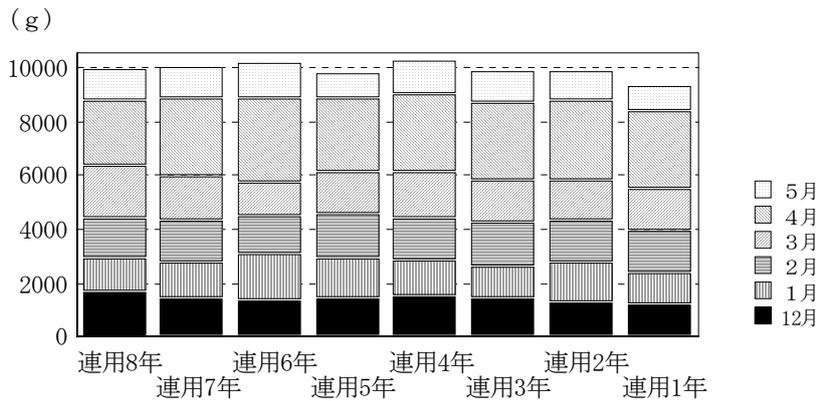
(20株当たり、単位；個・g・%・kg)

試験年度	項目 区・No.	総収量		商品果収量		商品果率	不良果収量		商品果 10 a 換算値	同左 1年目 堆肥
		果数	重量	果数	重量		果数	重量		
2001	栽培5年	726±43	10303±765	686±43	10042±745	94	40±1	261±1	4852	106
	栽培4年	664±12	9978±738	625±18	9726±749	94	39±7	252±12	4699	103
	栽培3年	663±27	9843±302	632±19	9630±257	95	31±8	214±46	4652	102
	栽培2年	645±48	9991±424	621±41	9810±372	96	24±7	182±53	4707	103
	栽培1年	662±6	9693±173	627±4	9461±198	95	36±3	232±26	4571	(100)
2002	栽培6年	692±1	9867±62	635±9	9536±135	92	57±8	331±73	4607	116
	栽培5年	645±15	9888±37	603±8	9630±81	93	42±7	259±44	4662	117
	栽培4年	628±17	9190±264	586±13	8920±231	93	42±4	270±33	4309	108
	栽培3年	622±22	9429±340	594±22	9260±319	95	28±0	169±21	4473	112
	栽培2年	685±9	9767±167	643±13	9525±184	94	42±4	242±17	4601	116
栽培1年	578±32	8469±542	543±31	8235±542	94	36±2	235±1	3978	(100)	
2003	栽培7年	617±7	10375±137	588±2	10145±88	95	30±9	231±50	4901	105
	栽培6年	577±11	9776±202	557±8	9588±268	97	20±3	188±66	4632	100
	栽培5年	588±16	9797±215	573±16	9678±213	98	15±1	120±3	4676	100
	栽培4年	569±15	9796±233	553±14	9628±230	97	16±1	168±3	4651	100
	栽培3年	554±2	9260±97	539±3	9169±107	97	15±1	91±10	4429	95
	栽培2年	581±3	9716±122	561±0	9508±104	97	20±3	208±18	4593	99
	栽培1年	578±26	9800±446	554±18	9634±383	96	24±8	166±63	4654	(100)
2004	栽培8年	654±30	10144±206	627±20	9893±94	96	27±10	251±112	4779	105
	栽培7年	661±1	10193±128	631±3	9954±190	95	30±3	239±62	4809	106
	栽培6年	689±18	10415±511	654±15	10152±493	95	35±3	264±19	4904	108
	栽培5年	615±4	9955±91	592±6	9779±122	96	23±3	176±31	4724	104
	栽培4年	692±4	10459±144	666±4	10250±107	96	26±0	209±37	4952	109
	栽培3年	665±26	10155±373	636±25	9868±395	96	29±1	287±22	4767	105
	栽培2年	649±5	9966±290	625±3	9806±354	96	24±8	161±64	4737	104
	栽培1年	606±15	9572±187	584±15	9393±205	96	22±0	179±19	4538	(100)

注) 1 商品果収量=良品+乱形果+先青果 (熊本県経済農業協同組合連合会基準による)
 2 対比: 各年度栽培1年培地に対する比
 3 果数・重量: ±後の数字は反復2区間の差を表す。

第7表 栽培年数と商品果収量 (単位 ; g / 株)

年数	栽培							
製造年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年
1997年	-	-	-	-	502	477	507	498
1998年	-	-	-	486	482	472	495	
1999年	-	-	482	446	484	508		
2000年	-	-	491	463	481	489		
2001年	473	476	458	513				
2002年	412	475	493					
2003年	482	490						
2004年	470							



第2図 月別商品果収量の比較 (2004年度、20株当たり)

2 培地の理化学性に関する検討

(1) 培地の化学性

第8表に示した2001年度の化学性では、pHには差がみられたものの、ECおよび硝酸態窒素は全般的に低い値を示し、連作に伴う上昇はみられなかった。可給態リン酸と交換性カルシウムは2年以上の連作した培地では増加する傾向が認められたが、交換性マグネシウムと交換性カリウムは減少する傾向にあった。ただし、前者は栽培を行うことで減少するものの、2～5年の栽培年数を経た培地では安定する傾向が認められるのに対し、後者では年数が経過するにつれて漸減した。このような交換性陽イオンの増減は、結果として石灰苦土比あるいは苦土加里比の塩基バランスに影響した。

また、連作年数の多い培地の塩基置換容量（以下、「CEC」と表記）は未使用培地および栽培1年目の培地と比較して増加傾向がみられた。塩基飽和度は連作した培地では適正な範囲の値であった。

以上の2001年度の結果から、培地の連続使用は交換性カリウムが減少する傾向がみられる問題があるものの、特に養分管理上問題になるような値や成分の過不足はないと判断された³⁾。

2002年度は、栽培年数5年培地の硝酸態窒素の値が高く、pHおよびECに影響がみられた。全般的に前年同様の傾向と判断されたが、各分析項目の絶対値は培地間で差が大きかった。2003年度ではpHに連作による差がややみられたが、可給態リン酸および交換性カルシウムは微増し、交換性マグネシウムおよびカリウムは微減する傾向であった。また、CECの増加が認められた。2004年度は連作年数に拘わらず全ての培地でpHが高かった。ECは連作6年培地が0.3dS/mを僅かに上回ったが、硝酸態窒素も含め問題ない範囲であった。

最終年度に測定した腐植含量は連作に伴い増加する傾向がみられた。この腐植含量の増加は培地の補給はどの試験区でも一律であることから、連作によってイチゴの根あるいは茎葉からの寄与であると推察された。

(2) 培地の物理性に関する分析結果

培地の三相分布の分析結果を第9表および第3-1～4図に示す。2001年度は、各培地のpF1.5における三相分布では固相率は15.4～16.7%と大差はないものの、栽培年数に伴い液相率が低下し、気相率は増大する傾向がみられた。2002年度は、栽培1年培地の固相率は16.0%と他の培地の21.5～26.4%より明らかに低い値を示した。

2003および2004年度は培地間に大きな差はなく、2001年度と同様の傾向を示した。また、気相率は2002年度の連作年数2～6年の培地では、2001年度と同様に、増加傾向がみられたが、2003および2004年度は液相率と併せ一定の傾向はみられなかった。

以上の試験年次別の結果では、2002年度を除いて、連作による固相率の増加は認められなかった。また、試験開始当初に予想された気相率の増加、あるいは液相率の低下は連作年数が多い2003および2004年度においても一定の傾向は認められなかった。

(4) 培地の理化学性の年次変動

① 化学性の年次変動

培地の項目別の年次変動を第3-1～6図にまとめている。第3-1図に示したpHは、硝酸態窒素濃度が高かった2002年度の1998年作成培地を除けば、隔年で高低が顕

著な傾向としてみとめられる。イチゴの適正pH領域は5.5～6.0であるが、2001年度と2004年度ではやや上限値を超える値であった。可給態リン酸（第3-2図）と交換性カルシウム（第3-3図）は、2002年度の分析値が突出している培地があるが、全体的に2001～2003年度までは上昇傾向が認められた。共に2004年度の分析値が低くなるなど変動は大きい。可給態リン酸は1999年作製培地を除いて、2004年度の値は全て2001年度の値を上回っていた。また、培地の可給態リン酸は未使用のもので高く、1年目の栽培終了後に一旦低くなり、それ以降栽培年数に伴い上昇する傾向は一定している（第8表）。

一方、交換性カルシウムは、2004年度の分析値は2003年度や2001年度の値に比較して低い傾向がみられるが、その差は小さく連作に伴ってほぼ一定した値に近づくと推察される。

第8表 培地の理化学性

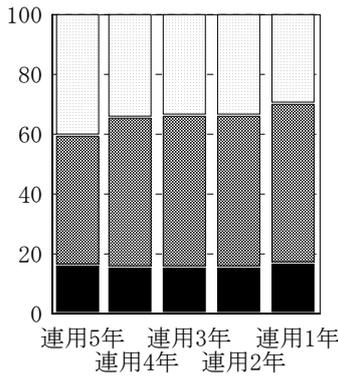
試験年度	項目 区・No.	pH	EC (dS/m)	硝酸態	可給態	交換性陽イオン			当量比		塩基 置換 容量 (me)	塩基 飽和 度 (%)	腐植 含量 (%)			
				窒素 *	リン酸 *	Ca	Mg	K	Ca	Mg				K	Ca/Mg	Mg/K
				*	*	*	*	*	**	**	**					
				(mg/100g*)			(me/100g**)									
2001	栽培5年	5.62	0.18	2.37	143	843	171	19	30.1	8.5	0.40	3.55	21.2	52.0	75	-
	栽培4年	5.94	0.10	1.02	128	704	144	24	25.1	7.2	0.50	3.51	14.3	41.1	80	-
	栽培3年	6.12	0.11	3.50	189	827	178	23	29.5	8.8	0.49	3.34	18.2	43.7	89	-
	栽培2年	5.98	0.11	1.47	139	725	179	23	25.8	8.9	0.49	2.92	18.0	45.7	77	-
	栽培1年	6.23	0.09	2.48	66	639	208	27	22.8	10.3	0.57	2.21	18.0	37.5	90	-
	(未使用)	5.68	0.43	0.68	114	779	392	39	27.8	19.5	0.64	1.43	30.6	39.1	122	-
2002	栽培6年	6.56	0.12	0.98	225	1038	234	21	37.0	11.6	0.44	3.18	26.5	44.8	-	-
	栽培5年	5.03	0.32	24.0	448	814	164	20	29.0	8.1	0.43	3.57	19.0	40.7	-	-
	栽培4年	6.76	0.10	1.92	688	1206	179	23	43.0	8.9	0.48	4.84	18.4	44.0	-	-
	栽培3年	6.65	0.12	2.24	406	926	212	26	33.0	10.5	0.56	3.14	18.8	41.5	-	-
	栽培2年	6.47	0.06	1.20	174	721	205	23	25.7	10.2	0.50	2.52	20.5	37.0	-	-
	栽培1年	6.54	0.07	2.58	194	852	218	27	30.4	10.8	0.58	2.81	18.7	44.2	-	-
2003	栽培7年	6.23	0.14	0.63	311	847	176	29	30.2	8.7	0.61	3.47	14.3	63.1	-	-
	栽培6年	6.13	0.18	0.70	317	944	183	28	33.7	9.1	0.58	3.71	15.5	71.0	-	-
	栽培5年	6.17	0.16	3.52	263	828	186	31	29.5	9.2	0.65	3.21	14.2	56.9	-	-
	栽培4年	5.53	0.34	8.17	371	797	186	28	28.4	9.2	0.60	3.07	15.5	55.4	-	-
	栽培3年	5.52	0.33	4.65	241	815	197	31	29.1	9.8	0.65	2.98	14.9	60.7	-	-
	栽培2年	6.03	0.38	4.75	217	820	197	38	29.2	9.2	0.80	3.16	11.6	58.1	-	-
2004	栽培8年	6.40	0.19	1.80	212	568	102	19	28.4	8.4	0.49	3.38	17.1	53.0	-	28.5
	栽培7年	6.00	0.25	4.90	158	524	98	23	26.1	8.1	0.59	3.22	13.7	46.5	-	24.0
	栽培6年	6.50	0.32	7.90	169	705	129	22	35.2	10.7	0.56	3.29	18.1	49.2	-	20.9
	栽培5年	6.70	0.18	4.40	201	694	141	29	34.6	11.7	0.75	2.96	15.6	53.0	-	24.9
	栽培4年	6.30	0.18	4.20	126	542	115	26	27.1	9.5	0.67	2.85	14.2	45.7	-	18.3
	栽培3年	6.50	0.25	7.30	117	578	125	24	28.9	10.4	0.62	2.78	16.8	47.9	-	20.7
	栽培2年	6.30	0.10	3.60	122	568	124	30	28.4	10.2	0.77	2.78	13.2	49.5	-	20.9
	栽培1年	6.70	0.21	5.40	90	500	144	27	25.0	11.9	0.69	2.10	17.2	42.1	-	16.0
(未使用)	5.90	1.03	1.50	205	528	252	40	26.4	20.8	1.15	1.27	18.1	43.6	-	21.0	

注) 100 g*・100 g**=100 g 乾燥培地

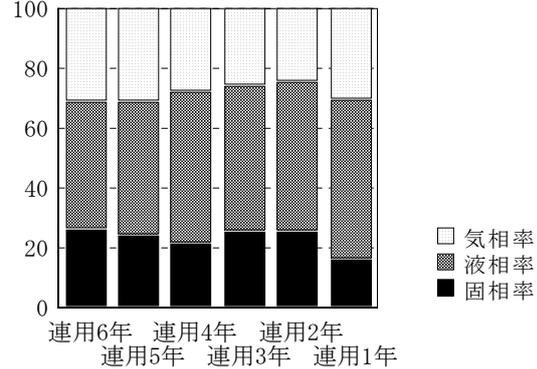
第9表 三相分布

(単位：%)

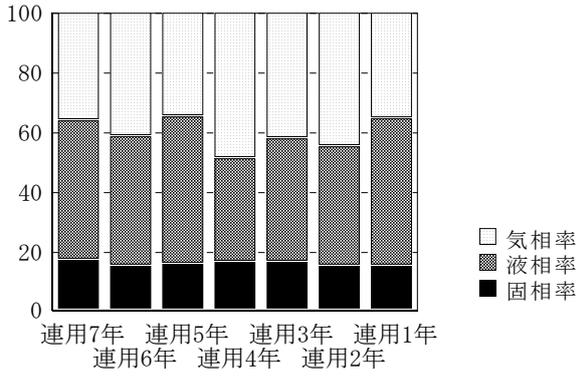
試験 年度	項目 区・No.	容積 重	固相 率 ①	液相 率 ②	気相 率 ③	孔隙 率	液相 率④ (pF1.5)	気相 率⑤	真 比重	①+②+③	④+⑤
										①+②+③	④+⑤
2001	栽培5年	30.9	16.3	49.9	33.8	83.7	43.3	40.4	1.89	100.0	83.7
	栽培4年	33.5	15.8	57.5	26.8	84.3	50.2	34.1	2.13	100.1	84.3
	栽培3年	33.7	15.5	64.6	20.0	84.5	51.1	33.4	2.17	100.1	84.5
	栽培2年	36.1	15.4	62.9	21.8	84.6	51.1	33.6	2.34	100.1	84.7
	栽培1年	37.7	16.7	69.5	13.9	83.4	53.4	30.0	2.27	100.1	83.4
2002	栽培6年	37.0	26.4	51.0	22.7	73.6	42.6	31.1	1.39	100.1	73.7
	栽培5年	34.0	24.5	49.3	26.3	75.6	44.3	31.3	1.38	100.1	75.6
	栽培4年	35.0	21.5	62.0	16.6	78.6	50.6	28.0	2.13	100.1	78.6
	栽培3年	36.0	25.9	59.0	15.2	74.1	48.2	26.0	1.38	100.1	74.2
	栽培2年	36.0	25.4	61.2	13.5	74.7	50.4	24.3	1.41	100.1	74.7
栽培1年	39.0	16.0	67.7	16.3	84.0	53.4	30.6	2.43	100.0	84.0	
2003	栽培7年	36.4	16.8	51.9	31.4	83.3	47.5	35.8	2.17	100.1	83.3
	栽培6年	33.2	15.1	46.5	38.4	84.9	43.3	41.6	2.20	100.0	84.9
	栽培5年	37.2	15.8	53.3	31.0	84.2	49.8	34.5	2.35	100.1	84.3
	栽培4年	42.3	16.6	34.0	49.4	83.4	34.8	48.6	2.55	100.0	83.4
	栽培3年	39.8	16.7	40.6	42.8	83.4	41.1	42.3	2.39	100.1	83.4
	栽培2年	39.0	15.3	40.5	44.3	84.7	39.8	44.9	2.55	100.1	84.7
	栽培1年	39.9	15.2	49.6	35.3	84.9	49.3	35.6	2.63	100.1	84.9
2004	栽培8年	33.6	12.8	47.3	39.7	87.0	42.1	44.9	2.89	99.8	87.0
	栽培7年	33.8	14.5	59.5	26.1	85.6	48.0	37.6	2.34	100.1	85.6
	栽培6年	33.6	11.9	57.5	30.7	88.2	46.7	41.5	2.87	100.1	88.2
	栽培5年	36.7	12.2	45.9	41.9	87.8	41.5	46.3	3.01	100.0	87.8
	栽培4年	37.5	13.1	47.3	39.7	87.0	42.1	44.9	2.89	100.1	87.0
	栽培3年	39.0	12.2	52.5	35.3	87.8	44.2	43.6	3.21	100.0	87.8
	栽培2年	34.1	11.2	60.8	28.0	88.8	49.9	38.9	3.04	100.0	88.8
	栽培1年	39.4	11.3	57.9	30.9	88.8	47.5	41.3	3.51	100.1	88.8



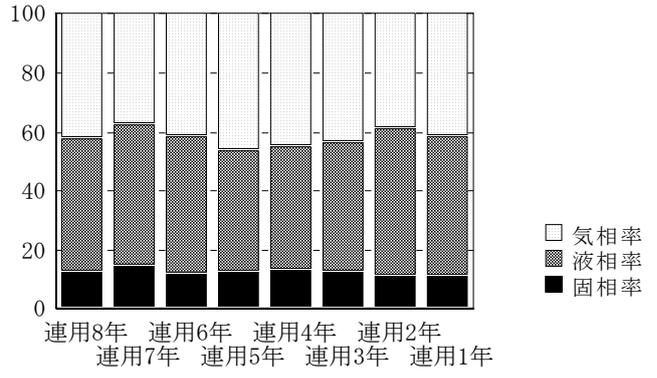
第3-1図 三相分布 (pF1.5・2001年度)



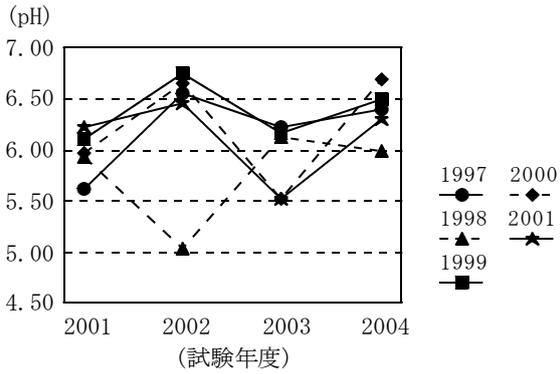
第3-2図 三相分布 (pF1.5・2002年度)



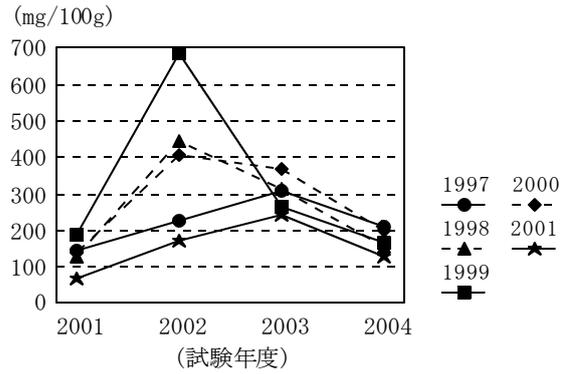
第3-3図 三相分布 (pF1.5・2003年度)



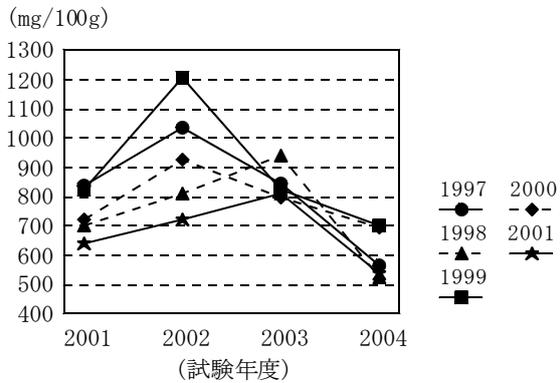
第3-4図 三相分布 (pF1.5・2004年度)



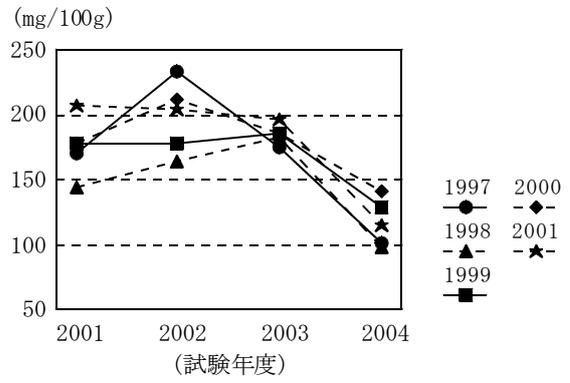
第4-1図 pHの年次比較



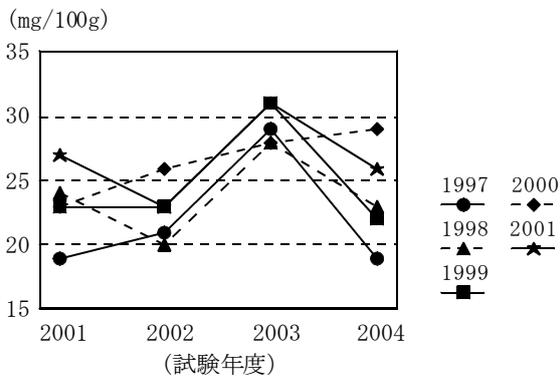
第4-2図 リン酸の年次比較



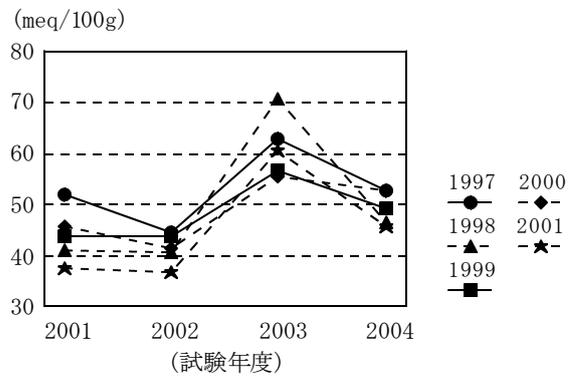
第4-3図 カルシウムの年次比較



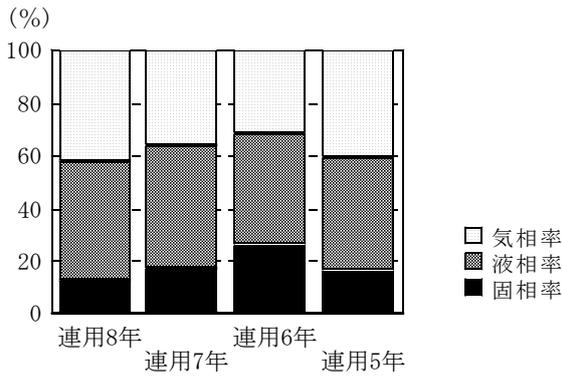
第4-4図 マグネシウムの年次比較



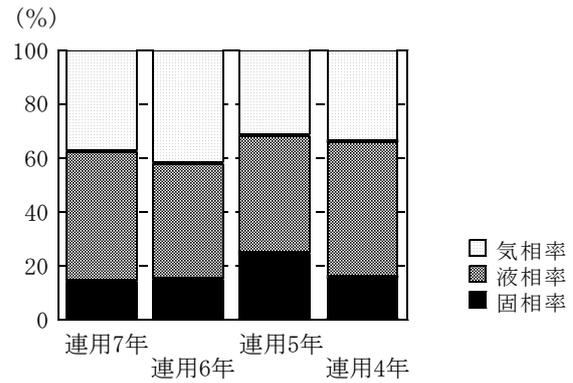
第4-5図 カリウムの年次比較



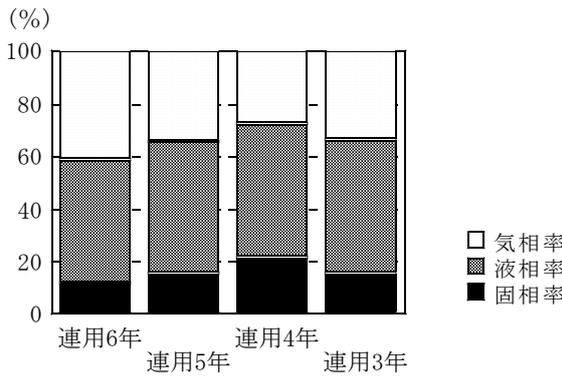
第4-6図 CECの年次比較



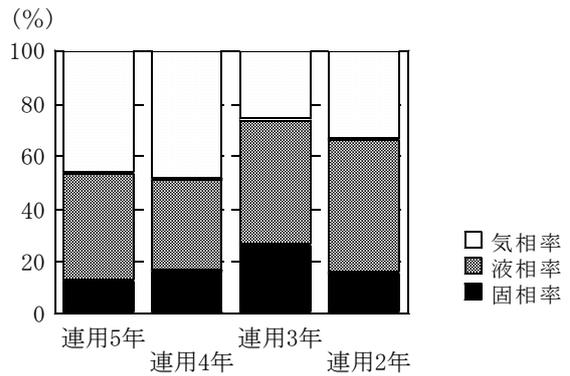
第5-1図 三相分布の推移(1997年培地)



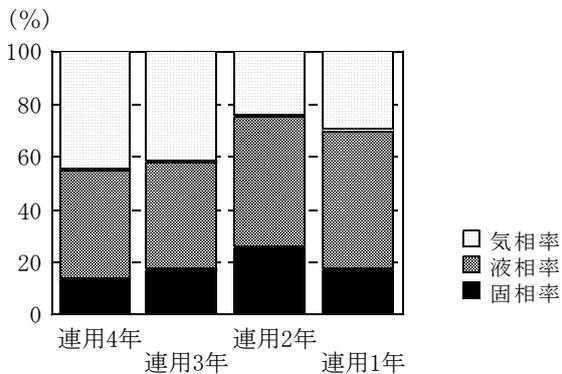
第5-2図 三相分布の推移(1998年培地)



第5-3図 三相分布の推移(1999年培地)



第5-4図 三相分布の推移(2000年培地)



第5-5図 三相分布の推移(2001年培地)

交換性マグネシウム(第3-4図)と交換性カリウム(第3-5図)は、交換性カルシウムとはやや異なり、2001年度と2004年度に行った未使用培地との比較から連作によって低下すると推察される(第8表)。しかし、交換性マグネシウムは管理基準値1.0~2.0me/100gよりむしろ高いこと、交換性カリウムでは管理基準値の0.3~1.0me/100gの範囲内にあることから、両交換性イオンとも連作に伴う減少は大きな問題ではないと考えられる⁴⁾。

C E Cは連作によって明らかに増加する傾向が認められ、培地の保肥力が栽培年数とともに高まることが示唆された(第3-6図)。これは培地の腐植含量の増加傾向

と密接に関係していると考えられる。

②物理性の年次変動

培地の物理性に関しては、第4-1~5表にまとめた試験期間中の三相分布の推移は、1998年作成培地を除いて一般的に固相率の低下、すなわち孔隙率の増加傾向が認められた。

この結果は連作に伴う培地の物理性の悪化が固相率の増加として表れるとした当初の予想とは異なる結果であり、懸念されたボラ土やバーミキュライトの破碎などによる培地の固化は連作しても進行しないことを示している。このため、培地の孔隙率は一定した水準で維持され

るので、水分移動や酸素供給なども連作によっても変わらずイチゴの生育が安定すると考えられる。

IV 考察

高設栽培装置を用いてイチゴを連作する場合、毎年安定した収量や品質が確保されるかどうか、すなわち栽培システムとしての装置の耐久性や栽培の持続性は普及現場において大きな問題であると考えられる。この報告では、熊本県農業研究センターで開発した高設栽培システムを用いて8年間イチゴを連作し、栽培年数が生育、収量および品質、ならびに培地の理化学性に及ぼす影響を解析し、これに基づいてシステムの耐久性や栽培の持続性を明らかにした。

生育に関する検討では、本システムに取り入れられている省力技術である「未分化定植」に関して評価する必要がある²⁾。これは定植作業の省力化技術であり、連作が未分化定植したイチゴ苗の花芽分化に影響することがあれば、栽培システムに技術的な問題があることを意味する。検討結果では、試験年次によって出蕾開始時期に早晚はみられるものの連作によって出蕾パターンは変わらず、また年内出蕾率は常に80%以上の好結果が得られた。このことから、連作は「未分化定植」苗の花芽分化にはほとんど影響しないことが確認された。

イチゴの年次別収量および商品果率は、栽培1年目の培地では試験年次によって変動するが、試験期間全体を通して概ね収量は安定した傾向を示し、10a当たり商品果収量も4,300~4,900kg、商品果率は90%以上（摘果実施）と本システムを利用した場合、連作でも良好な収量性が確保できることが認められた。

連作による培地の理化学性の変動では、いずれの項目とも試験年次によって変動はみられるものの、項目によって変化方向は一定していると推察される。すなわち、pHおよびECは変動は大きい、いずれも診断基準値内での変化である。可給態リン酸および交換性カルシウムは栽培年数とともに増加傾向、交換性マグネシウムおよび交換性カリウムは逆に減少傾向が認められる。

この培地の化学分析結果では測定値に年次間差があるとはいえ、可給態リン酸および交換性カルシウムは増加し、交換性マグネシウムおよびカリウムは減少することが確認されたことは、連作はこれらの肥料成分を変動させる要因であることを意味している。しかし、養分集積が問題視される施設栽培土壌の診断基準値と比較してもいずれも基準値を大きく逸脱する水準ではなかった³⁾。むしろ施設野菜で特に問題となるカリウムの過剰傾向がみられないことは、本システムを利用したイチゴ栽培では、健全な生育に重要なマグネシウムの吸収阻害が生じ

にくく、両成分とも一定した塩基バランスが保たれやすいことを示唆している。

また、CECの値は栽培に伴う増加がみられたが、これは腐植含量の増加に起因すると考えられる。このことは、培地量が制限される高設栽培システムのような根域制限栽培においては保肥力が高まることはイチゴの安定生育にとって非常に好都合であると考えられる。

一方、培地の物理性を評価するうえで有効と考えられる三相分布は、連作年数とともに固相率はやや低下し、孔隙率はやや増加する傾向がみられ、ボラ土やパーミキュライトなど粒度の大きい原材料が栽培年数を重ねても破碎される恐れは少ないと推察された。

このように培地の理化学性に関しては連作による著しい劣化はみられず、8年間連続して栽培を行った場合でも生育、収量は維持され、特に収量に関しては栽培年数に伴って微増することが認められる。これは、連作によっても良好な培地の理化学性が定植後の活着や葉の展開を促進させ、結果として頂果房の出蕾揃いの早進化やそれに起因する年内収量の増加など生育および収量性が向上することを示している。

また同時に、高設栽培システムを用いた栽培を安定して継続するには、培地の理化学性の評価が重要であることもこの結果から判断できる。培地の理化学性分析を栽培終了後の6月に実施することは実際の生産現場での普及を考えると非常に重要なことと考えられる。すなわち、この時期に分析を行うことで培地に何らかの問題が生じた場合でも早期に対応ができるからである。たとえば、第8表に示した2002年度の栽培5年目の培地で認められた硝酸態窒素の残存量の影響でECが高くpHが低い分析結果が得られた場合でも6月の分析であれば、次作の定植まで2カ月以上の時間的な余裕があるため、太陽熱消毒の際の灌水等による除塩効果で十分に低下させることができる。実際、翌年度（2003年度）の栽培6年の頂果房出蕾、および収量には出蕾時期の乱れや収量低下の問題は見られていない（第5表、第6表）。

以上のように、熊本県農業研究センターが開発した高設栽培システムによるイチゴ栽培では、最高8年間までの連作においても培地を更新することなく、花芽分化が安定し高収量が持続されることが実証された。このことは、この栽培システムを導入した生産現場においても培地に対するランニングコストは殆どかかず、むしろ増収による増益が期待できるなど導入効果が高い栽培システムであると考えられる。イチゴ栽培の労働時間の問題が解決されず、農家の高齢化が危惧される現状を考慮すると、本イチゴ高設栽培システムの需用は今後益々高まると予想される。

今後の課題としては、この試験で用いたイチゴ品種‘とよのか’に代わって、‘ひのしずく’など県産オリジナル品種の高設栽培システムへの適応性やシステムのさらなる低コスト化のための新たな培地の選定などに関して検討していく必要があると考えられる。

V 摘 要

熊本県農業研究センターで開発したイチゴ高設栽培システムを用いたイチゴの連作が生育、収量および品質に加えて、培地の理化学性に及ぼす影響について検討した結果、以下の成果がえられた。

- 1 培地の連作年数は花芽分化にはほとんど影響せず安定した生育と一定した収量が得られる。
- 2 連作に伴い、培地の可給態リン酸および交換性カルシウムは増加するが、交換性マグネシウムおよびカリウムは減少するが、いずれも土壌診断基準値内にある。
- 3 培地の連作により腐植含量が増加するため塩基置換容量は上昇し保肥力が向上する。
- 4 培地の三相分布は連作によっても孔隙率は一定に維持され、劣化は認められない。
- 5 以上の結果から、イチゴの高設栽培による連作では栽培開始後8年間は花芽分化や収量低下は見られず、安定した栽培が可能であると結論される。

VI 引用文献

- 1) 田中修作、西本太、守屋勝行、末永善久：熊本県農業研究センター報告 第11号、27-40 (2002)
- 2) 西本太：イチゴ～一歩先を行く栽培と経営，pp167～171. 社団法人全国農業改良普及協会，東京(2001)
- 3) 田中修作、石田豊明、三牧奈美：園芸学会九州支部研究集録 10, 44 (2002)
- 4) 望月龍也：新編野菜園芸ハンドブック，pp618・634. 養賢堂，東京 (2001)
- 5) 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤哲郎：土壌診断の方法と活用，pp218～228. 社団法人農産漁村文化協会，東京，(1996)

Effects of Continuous Cropping on Growth, Yield and Properties of Culture Medium in High-Rise Isolated Bed Culture for Strawberry.

Shusaku TANAKA, Hiroko UTANO, Toyoaki ISHIDA and Toshimasa MORITA

Summary

Replanting in the high-rise isolated culture for strawberry which was developed in Kumamoto agricultural research center, the commercial yield of strawberry by replanting, which ranged from 4,300 to 4,900kg/10a, was higher than that of control plot, because an increase of cation exchange capacity and humus content by replanting could promote budding interterminal slightly and increase the annual yield. Both contents of available phosphorus and exchangeable calcium of the compost increased but those of exchangeable magnesium and potassium decreased with increasing years of replanting. In addition, the porosity of the compost of eight year's replanting was not different from that of the first year of planting.

From these results, it was concluded that this high-rise bed culture was an excellent culture system for strawberry to insure the stable productivity, which a target yield in a year was produced by eight's replanting without exchanging the compost.

key word : strawberry, high-rise isolated bed culture, compost, replanting, porosity