

# イチゴの高設栽培における粉殻燻炭の利用が育成系統「SUS-1」の生育・収量に及ぼす影響

樋川瑠美・太田岳志・野田泰良・畑 亮太郎・平嶋千寛・春日重光

信州大学 農学部 植物資源科学コース 栽培学研究室

## 要 約

固形培地として‘ヤシ殻’と‘モミ殻燻炭’培地を用い、信州大学農学部栽培学研究室で選抜・育成した一季成り性イチゴ系統「SUS-1」の栽培試験を行った。生育調査および収量調査を行ったところ、モミ殻区は1株当たりの葉面積が高く果房数が多かったため、果実生産性が高まり、収穫果実数、収穫果実重および1果実重が高くなった。また、モミ殻区は6g未満果実数、奇形果実数およびうどんこ病発生果実数が少なかったため、収穫果実数に占める良果実数の割合が高かった。糖酸比は同程度であったものの、果実糖度はモミ殻区がわずかに高かった。これらの結果から、‘モミ殻燻炭’培地の利用は、収量および品質向上に効果的である可能性が示唆された。

キーワード：イチゴ、一季成り性、果実品質、収量、培地

## 緒 言

イチゴ (*Fragaria* × *ananassa* Duchense) の栽培種は18世紀に北米東部原産のバージニアイチゴ (*F. virginiana*) と南米チリ原産のチリイチゴ (*F. chiloensis*) とが、オランダで交雑された種間雑種に始まる<sup>1)</sup>。日本にイチゴが伝来したのは江戸末期であったが、吉田<sup>2)</sup>によると、日本での育種は内藤新宿試験場（現在の新宿御苑）などの造成にあたった福羽逸人によってはじめられ、‘General Chanzy’を母体にして1899年に「福羽」が育成された。これは昭和になって普及し、静岡県、神奈川県を中心にイチゴの本格的な栽培がはじまった<sup>2)</sup> という。

世界でも多くイチゴ生産がされているが、施山<sup>3)</sup>の報告では、例えばアメリカのカリフォルニアやスペイン、イスラエル、南イタリアは地中海気候に属し、これらの地域は年間の気温が温暖で、露地かあるいは簡単な被覆下で栽培できるので世界的に低コストで最も生産性の高い地域である。それに対してベルギー、日本、韓国は施設栽培によって高収量を上げている国で、いわば施設によって地中海地域の気象条件を実現しているということが出来る。それだけに、前者よりコスト高にならざるを得ない。この地域が地中海気候の地域と競合するにはいかに生産性を高め、コストを低減できるかにかかっている

3<sup>3)</sup>とされている。

イチゴの販売単価はここ数十年間でほぼ横ばいであり、きわめて安定している。そうなれば、収益を上げるためには販売量、すなわち収量を増やすことが肝要となる。逆に言えば収量が多くなれば確実に収益はアップする。水村<sup>4)</sup>は、イチゴの収量は収穫した果実数×平均の重さで表すことができるが、収量の多少は、収穫果実数に密接な関係があることが明らかになっている。つまり、平均の果実の重さにあまり差がみられない場合、安定した収量を確保するためには収穫果実数を多くしなければいけない。そのため、1株当たりの収穫果実数の増加をはかることが第一であり、次いで、平均果重が小さくならない範囲で植付け株数の増加などについて検討しなければならない<sup>4)</sup>という。

吉田<sup>5)</sup>の報告では、1990年代後半になって、ピートモス主体の培地を利用した溶液栽培システムとバーク堆肥のような有機質培地と被覆緩効性肥料を利用した高設式の栽培装置が普及し、1997年からの10年間で約10倍にまで急激に増加した。2003年時点では、ロックウールを培地として利用している面積がもっとも大きかった<sup>5)</sup>とされている。糠谷<sup>6)</sup>によると、ロックウールは化学的に不活性な物質で、肥料成分の吸着や溶出がないため、培養液管理によって環境作物の生育を人為的に制御できることや、再現性が高くマニュアル化が可能である点から都合がよく、培地としての物理的特性は優れていた<sup>6)</sup>という。しかし、岩崎<sup>7)</sup>や玉置ら<sup>8)</sup>によるとロックウー

受付日 2019年12月22日

受理日 2020年2月3日

ルは使用後の処理方法が確立されていないという問題があり、一部の企業が回収・リサイクルを実施しているが、回収コストなど問題も多い。また、産業廃棄物として埋め立て処分されることも多い。そのため使用後の処理が容易な培地資材の探索が活発となっていた<sup>7,8)</sup>との報告がある。吉田<sup>5)</sup>は、このような処理問題から新たな培地が開発され、現在の主流は、ピートモス、ヤシ殻、パーク堆肥など軽量な有機培地を主体としたものとなってきている<sup>5)</sup>という。また、高設栽培システムの導入が進み、作業姿勢の改善による軽労化と省力化の目的は一部達成されたが、沖村<sup>9)</sup>、玉置ら<sup>8)</sup>によると、必ずしも収量増とはならず、初期導入コストが10 a 当たり200~600万円と高い<sup>8,9)</sup>という。水村<sup>4)</sup>は、高設栽培では初期投資額が大きいが経営上の大きな問題点であり、いかに低減するかが経営安定化の大きな課題となる<sup>4)</sup>と報告している。

信州大学農学部栽培学研究室では2010年より、食味に優れた多収品種の育成を行ってきた。2010年に「紅ほっぺ」の自然交雑実生を育成し、食味に優れ、比較的大果であった5個体(系統)の中から食味で最も優れていた「SUS-1」を選抜し、その後ランナーによる育苗と並行して特性評価を行ってきた<sup>10)</sup>。

そこで本試験では栽培で利用する固形培地として、「モミ殻燻炭」(商品名「グリーンパワー®バイオ炭」)培地を高設ベッド内の下層資材として用い「ヤシ殻」(商品名「ベラボン」)培地を対照に「SUS-1」の生育・収量に及ぼす影響について検討した。

## 材料および方法

### I. 供試材料

供試品種は信州大学農学部栽培学研究室で選抜・育成した一季成り性系統の「SUS-1」<sup>10)</sup>で、苗はすべて前年度に栽培した親株からランナーを採取し、育苗したものをを用いた。

### II. 試験方法

#### 1) 耕種概要

表1. タンクミックスFおよびBの成分組成

製品名	保証成分 (%)					
	窒素 (AN/NN)	リン酸	加里	苦土	マンガン	ホウ素
タンクミックスF	10.0 (1.1/7.6)	17.0	32.0	-	0.30	0.15
タンクミックスB	8.0 (-/8.0)	-	2.0	3.5	-	-
製品名	配合成分 (%)					
	鉄	銅	亜鉛	モリブデン	石灰 (CaO)	
タンクミックスF	0.40	0.004	0.012	0.01	-	
タンクミックスB	-	-	-	-	11	

高設栽培で利用する固形培地として、「ヤシ殻」および「モミ殻燻炭」培地を設け、「SUS-1」の栽培を行った。なお、以後「ヤシ殻」培地を通常区、「モミ殻燻炭」培地をモミ殻区とする。

試験は、信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター (AFC) 構内ステーションのビニールハウスで行った。

育成系統の「SUS-1」は2018年8月10日にランナーを採苗した。ランナー苗は空中採苗し、薬液に浸した後、園芸培土「苗一番」(日本肥糧株式会社) (N、P、K: 0.10 kg、1.0 kg、0.05 kg/m<sup>3</sup>) を詰めた「すくすくトレイ」(丸三産業) に「ランナーピン」(株式会社誠和) で固定して挿し苗を行った。なお、薬液は水50 Lに展着剤5 cc、殺虫剤として「モスピラン水和剤 [アセタミプリド]」(日本曹達株式会社) 25 g (2000倍)、殺ダニ剤として「マイトコーネフロアブル [ピフェナゼート]」(日本化学工業株式会社) 50 cc (1000倍) および殺菌剤として「ストロビーフロアブル [クレソキシムメチル]」(日本曹達株式会社) 12.5 g (4000倍) 加用し、よく混ぜて使用した。肥料として「くみあい尿素入りIB化成S1号」(ジェイカムアグリ株式会社) (N、P、K: 1粒当たり各成分10%ずつ配合) を9月7日に2粒/株を施肥し、灌水は水のみを与えて10月10日まで育苗した後、10月11日に高設ベッド2列に株間25 cm、2条千鳥植えて定植を行った。定植時に「アドマイヤー粒剤 [イミダクロプリド]」(バイエルクロサップサイエンス株式会社) 0.5 g/株を植穴に施用した。灌水は自動灌水装置によって行い、液肥として「タンクミックスF」と「タンクミックスB」(タンクミックスFおよびB、共にOATアグリオ株式会社) の混合液を希釈して与えた。各液中の保証成分及び配合成分を表1に示した。

高設ベッドの培土はパーク堆肥40%、粉殻堆肥24%、山砂18%、床土18%の混合土に、土壌改良材として「ハイプロ」(株式会社キングコール) (N、P、K: 1.65%、1.18%、1.08%) 0.1 L/用土1 Lを添加したものをを用いた。また、1番ベッドには

表2. 試験期間中の農薬散布履歴

日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率	日付	農薬名	会社名	散布量	希釈倍率
2018年10月19日	IC ボルドー66 D	井上石灰工業株式会社	30 L	100倍	2019年2月22日	サンヨール	米澤化学株式会社	25 L	500倍
2018年11月2日	IC ボルドー66 D	井上石灰工業株式会社	25 L	100倍	2019年3月8日	インプレッションクリア	出光興産株式会社	25 L	1000倍
2018年11月16日	OAT イオウフロアブル	OAT アグリオ株式会社	25 L	1000倍	2019年3月20日	サンヨール	米澤化学株式会社	25 L	500倍
2018年11月30日	サンヨール	米澤化学株式会社	25 L	500倍	2019年4月9日	粘着くん	住友化学株式会社	30 L	100倍
2018年12月14日	サンヨール	米澤化学株式会社	25 L	500倍	2019年4月12日	オレート液剤	大塚化学株式会社	30 L	100倍
2018年12月21日	粘着くん	住友化学株式会社	30 L	100倍	2019年4月24日	アミスター20フロアブル	シンジェンタジャパン株式会社	50 L	1500倍
2018年12月28日	サンヨール	米澤化学株式会社	30 L	500倍	2019年4月30日	粘着くん	住友化学株式会社	30 L	100倍
2019年1月11日	インプレッションクリア	出光興産株式会社	30 L	1000倍	2019年5月3日	粘着くん	住友化学株式会社	25 L	100倍
2019年1月25日	サンヨール	米澤化学株式会社	25 L	500倍	2019年5月7日	プロパティブフロアブル	石原産業株式会社	30 L	3000倍

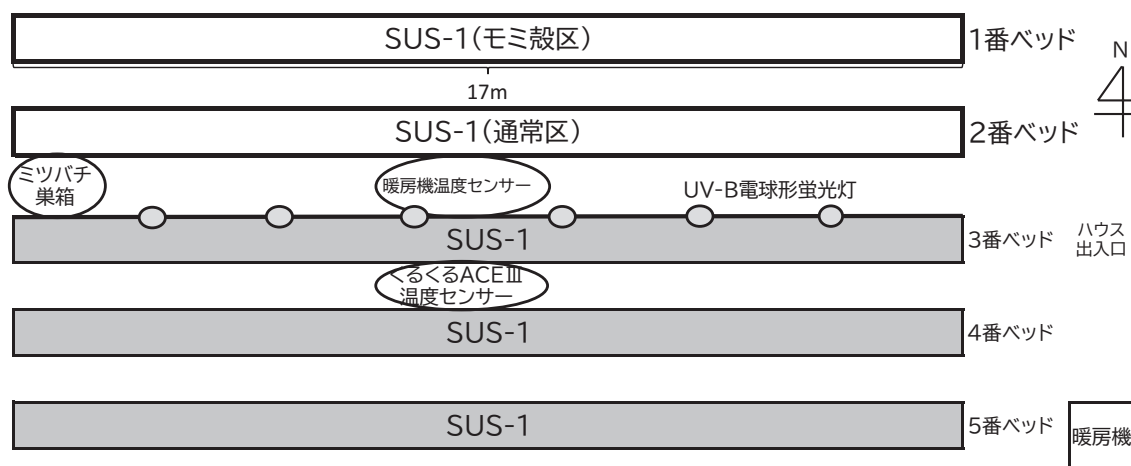


図1. 試験区配置

‘モミ殻燻炭’の「グリーンパワー®バイオ炭」(関西産業株式会社)、2番ベッドには‘ヤシ殻’の「ベラボン」(株式会社フジック)を利用した。

液肥の希釈倍率は廃液のEC濃度が生育初期には0.2 mS/cm程度になるように600倍希釈とし、生育中期以降は0.5 mS/cm程度になるように500倍希釈とした。生育初期には1日に5回(前半の2回のみ液肥を混入し、後半3回は水のみとした)、生育中期以降は4回の給水に併せて毎回液肥を施用した。11月5日から11月12日までは受粉棒を用いた人工授粉を行った。11月13日にミツバチを導入し巣箱をハウス内に1箱設置し、以降はミツバチによる受粉を行った。試験期間中、古葉や収穫の終わった果房、ハウス内の雑草は定期的に除去した。

ハウス内の温度管理は、自動サイド換気装置「くるくるACEⅢ」(株式会社誠和)を設置し、25℃以上になると側窓が開くようにした。11月22日から2月26日までは内張りを設置し、また8℃以下で「暖房機」(長府製作所)が作動するようにした。

害虫による食害とうどんこ病の発生が認められた

ため、表2の通りに農薬散布を行ったほか、3月13日に「UV-B電球形蛍光灯反射傘セット」(パナソニックライティングデバイス株式会社)の蛍光灯6つを3番ベッド(図1参照)の真上に等間隔で並べ、天井にある柱から約15cm下の部分にワイヤーで吊り下げ、試験期間中の午前0時から3時までの3時間照射を行った。

なお、薬剤散布の前日にはミツバチが薬害を受けないようにするために、ミツバチの巣箱をハウス外に移動させ、ミツバチに影響がでない翌日以降にハウス内に入れた。また、UV-B照射は人体に悪影響を及ぼすため、人が立ち入らないよう22時から5時までは立ち入り禁止と書いた張り紙をハウスの出入り口両面に付けた。

## 2) 試験区の設定および試験方法

試験は図1に示す高設ベッド(17m)5列のうち1・2番ベッドを用い、1番ベッドは‘モミ殻燻炭’、2番ベッドは‘ヤシ殻’を培土下層資材として入れた。試験区は1区10個体とし、3反復で行った。また、ハウス側面の自動開閉装置「くるくる



ACE III」および「暖房機」の温度センサーは各々4番ベッドおよび3番ベッドの間の中央部に、2m程度の高さに吊り下げて管理した。

生育調査は定植から約4ヶ月後の2月6日、定植から約5ヶ月後の3月12日、定植から約半年後の4月10日に行った。調査項目は芽数、葉数、葉柄長、葉長、葉幅、葉色、除去葉数、果房数、ランナー果房数、除去果房（果実を全て収穫した果房）数、ランナー数、株の径とし、葉色の計測は、「葉色計」（コニカミノルタセンシング株式会社）を用いた。写真1に葉長および葉幅の測定方法を示した。なお、個葉面積、1株当たりの葉面積は便宜的に以下の式で算出した。

$$\text{個葉面積} = (\text{葉長} \times \text{葉幅} \div 2)$$

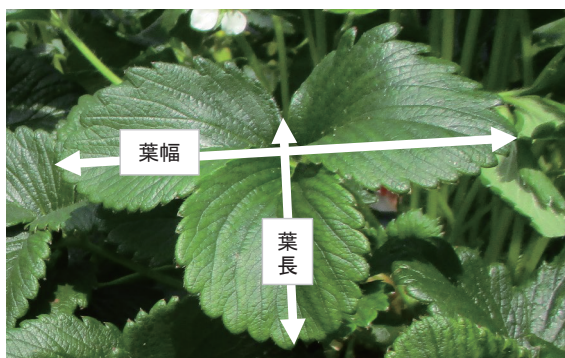


写真1. 葉長および葉幅の測定方法

$$1 \text{ 株当たりの葉面積} = (\text{個葉面積} \times \text{葉数})$$

収量調査は、2019年1月10日から4月22日までを試験期間とし、毎週月曜日と木曜日に調査を行った。果実の収穫適期については2018年の食味試験で用いたカラーチャート<sup>9)</sup>を利用して判断した。写真2にカラーチャートを示した。

調査項目は、個数、果実重、果実糖度、果実の酸含量、奇形果や過熟果などの不良果の発生数とした。以下にその詳細を示す。

- ① 果実重 (g/個)：収穫を行った日に収穫したすべての果実の重さを個々に測定した。
- ② 果実硬度 (kgf)：試験区ごとに不良果でないものの中から無作為に3つ選び、果実の赤道部を「引張圧縮試験機」（株式会社今田）の直径1cm平型を用い、手動で回転させ、値が止まったところを測定値とした。
- ③ 果実糖度 (%)：果実硬度で選んだ果実の赤道部を包丁で切り取り、ガーゼで包んで搾汁し、「屈折糖度計」（ASONE spitzz IPR-101 α）を用いてBrix糖度を測定した。
- ④ 果実の酸含量 (%)：試験区ごとに選んだ3果を合わせて搾汁した果汁5mlを20mlの蒸留水と合わせフェノールフタレインを2、3滴入れた。NaOH (0.1 mol/L) をセットしたビュレット

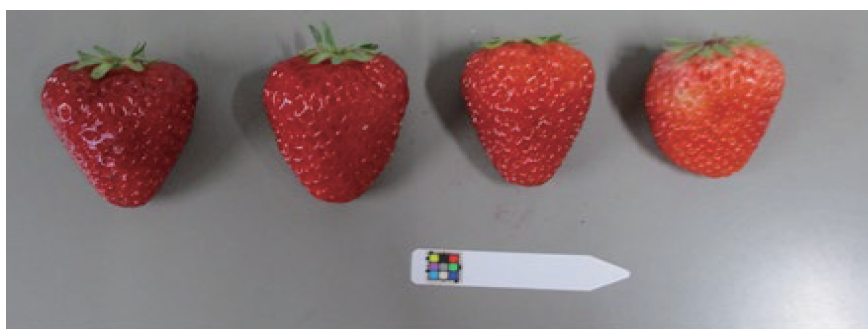


写真2. 4段階の熟度のカラーチャート

注) 左から順に「過熟」、「やや過熟」、「適熟」、「やや早熟」



1  
無又は極弱

2  
弱

3  
強

写真3. 奇形果の判別

注) 2と3を奇形果として記録した



トで中和滴定を行った。イチゴの主要有機酸はクエン酸である<sup>11)</sup>ことから、中和滴定した値はクエン酸に換算し、濃度(W/V)を次式で算出した(クエン酸濃度 $=6.404 \times 10^{-3} \times$ 中和滴定した酸度 $\times 100 / 5$ (%))。

- ⑤ 不良果の発生数：6g未満果、奇形果、うどんこ病の発生果、過熟果、空洞果の発生個数を測定した。なお、奇形果は農林水産植物種類別審査基準<sup>12)</sup>を参考に判断した。写真3に奇形果の写真を示した。

なお、果実硬度、果実糖度および果実の酸含量については2019年2月4日から4月22日までの期間に調査を行った。また、統計解析はExcel統計2012を用いて二群の母平均の差の検定(t検定)により、収穫果実数に占める割合は逆正弦変換した値を検定した。

### 結果および考察

#### 1. 生育調査

表3に2月6日、3月12日および4月10日の生育調査の結果を示した。

1株の芽数は試験期間を通じて試験区間で有意差

は認められなかったが、時期別にみると、4月10日にモミ殻区では5.5個、通常区では4.6個と、モミ殻区の方がやや高い値を示した。試験期間を通じた平均はモミ殻区では4.4個、通常区では4.1個であり、同程度の値であった。1株当たりの葉数は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。時期別にみると、生育前半の2月6日から3月12日にかけてモミ殻区は7.5枚、通常区では7.8枚増加しており、生育後半の3月12日から4月10日にかけてモミ殻区は2.5枚増加し、通常区は0.1枚減少した。試験期間を通じた平均は、モミ殻区では29.1枚、通常区では26.6枚とモミ殻区がやや高い値を示した。葉柄長は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。時期別にみると、2月6日から3月12日、3月12日から4月10日までの各一ヶ月間で両試験区とも約10cmずつ増加した。試験期間を通じた平均でみると、モミ殻区が21.5cm、通常区では21.1cmと同程度の値であった。

葉長は、試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、時期別にみると、2月6日は通常区がモミ殻区よりやや高い値を示し、3月12日および4月10日にはモミ殻区が通常区を上回った。試

表3. 培地の違いが生育に及ぼす影響

調査項目	試験区	2月6日	3月12日	4月10日	平均
芽数 (個/株)	モミ殻区	3.7	4.0	5.5	4.4
	通常区	4.0 n.s.	3.9 n.s.	4.6 n.s.	4.1 n.s.
葉数 (枚/株)	モミ殻区	23.3	30.8	33.3	29.1
	通常区	21.5 n.s.	29.3 n.s.	29.2 n.s.	26.6 n.s.
葉柄長 (cm)	モミ殻区	11.8	19.8	32.9	21.5
	通常区	11.2 n.s.	19.4 n.s.	32.7 n.s.	21.1 n.s.
葉長 (cm)	モミ殻区	10.1	10.9	11.8	10.9
	通常区	10.6 n.s.	10.7 n.s.	11.4 n.s.	10.9 n.s.
葉幅 (cm)	モミ殻区	12.9	14.1	14.9	14.0
	通常区	13.3 n.s.	14.0 n.s.	14.6 n.s.	14.0 n.s.
個葉面積 (cm <sup>2</sup> /枚)	モミ殻区	65.1	76.8	87.9	76.3
	通常区	70.5 n.s.	74.9 n.s.	83.2 n.s.	76.3 n.s.
1株当たりの葉面積 (cm <sup>2</sup> /株)	モミ殻区	1517.9	2366.8	2927.4	2220.3
	通常区	1515.5 n.s.	2194.6 n.s.	2430.0 n.s.	2029.6 n.s.
葉色 (SPAD値)	モミ殻区	54.7	45.0	39.2	46.3
	通常区	52.4 n.s.	47.4 *	48.8 *	49.5 n.s.
除去葉数 (枚/株)	モミ殻区	0.1	0.4	0.0	0.2
	通常区	0.3 n.s.	0.3 n.s.	0.0 n.s.	0.2 n.s.
果房数 (本/株)	モミ殻区	4.0	7.8	9.7	7.2
	通常区	4.9 n.s.	6.7 n.s.	8.6 *	6.8 n.s.
ランナー果房数 (本/株)	モミ殻区	0.00	0.00	0.00	0.00
	通常区	0.00 n.s.	0.00 n.s.	0.07 n.s.	0.02 n.s.
除去果房数 (本/株)	モミ殻区	0.0	0.0	2.4	0.8
	通常区	0.0 n.s.	0.0 n.s.	2.7 n.s.	0.9 n.s.
ランナー数 (本/株)	モミ殻区	0.00	0.00	0.50	0.17
	通常区	0.00 n.s.	0.00 n.s.	0.10 n.s.	0.03 n.s.
株の径 (cm)	モミ殻区	5.4	6.1	5.6	5.7
	通常区	5.2 n.s.	6.6 n.s.	7.6 **	6.5 *

注) 同一試験月で \* : P<0.05, \*\* : P<0.01で有意差があることを示す。  
有意差検定には二群の母平均の差の検定(t検定)を用いた。

験期間を通じた平均は両試験区とも10.9 cmであった。葉幅も葉長と同じく、2月6日では通常区がモミ殻区よりもやや高い値であったが、3月12日および4月10日はモミ殻区が上回った。試験期間を通じた平均は両試験区とも14.0 cmで、いずれの月も有意差は認められなかった。個葉面積は葉長・葉幅と同じく、2月6日では通常区がモミ殻区よりもやや高い値であったが、3月12日および4月10日はモミ殻区が通常区を上回った。また、いずれの月も有意差は認められなかった。試験期間を通じた平均では両試験区とも76.3 cm<sup>2</sup>と、試験区間で有意差は認められなかった。1株当たりの葉面積は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、試験期間を通じて、モミ殻区が通常区を上回った。試験期間を通じた平均はモミ殻区が2220.3 cm<sup>2</sup>、通常区が2029.6 cm<sup>2</sup>でありモミ殻区が通常区に比べやや高い値であったが、有意差は認められなかった。

葉色は3月12日および4月10日において、モミ殻区が通常区に比べ5%水準で有意に低い値を示した。2月6日および試験期間を通じた平均では試験区間で有意差は認められなかった。2月6日はモミ殻区が54.7、通常区が52.4とモミ殻区がやや高い値を示したが、試験期間を通じた平均はモミ殻区が46.5、通常区が49.5と、通常区がやや高い値であった。1株当たりの除去葉数は試験期間を通じた平均をみると、モミ殻区および通常区はともに0.2枚であり、有意差は認められなかった。1株当たりの果房数は2月6日では通常区がモミ殻区よりもやや高い値であったが、3月12日および4月10日ではモミ殻区が通常区を上回った。また、2月6日、3月12日および試験期間全体では有意差は認められなかったが、4月10日にモミ殻区が9.7本、通常区が8.6本であり、モミ殻区が通常区に比べ5%水準で有意に高い値を示した。

ランナー上の果房数は試験期間を通じて両試験区ともほとんど発生は認められなかった。除去果房数は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。時期別にみると2月6日および3月12日では

は両試験区ともに0本で、4月10日にはモミ殻区が2.4本、通常区が2.7本と同程度の値であった。株当たりのランナー数は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。時期別にみると、2月6日および3月12日ではともに0本であったが、4月10日ではモミ殻区が0.5本、通常区が0.1本と同程度の値であった。株の径は4月10日においてモミ殻区が通常区に比べ1%水準で有意に低い値を示した。また、試験期間を通じた平均でみるとモミ殻区が通常区に比べ5%水準で低い値を示したが、2月6日および3月12日は試験区間で有意差は認められなかった。

## 2. 収量調査

### 2.1 収量

表4に試験期間における収穫果実数、収穫果実重および1果実重を示した。また、図2に収穫果実重の経時的変化、図3に1果実重の経時的変化を示した。

収穫果実数は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、試験期間全体をみると、モミ殻区が293個/10株、通常区が287個/10株であり、モミ殻区の方が通常区に比べわずかに多かった。時期別にみると、1月から3月は両試験区とも同程度であり、4月はモミ殻区の方が多かった。

収穫果実重は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。時期別にみると、1月は通常区がモミ殻区よりもやや高い値を示したが、2月、3月および4月にはモミ殻区が通常区を上回った。試験期間全体でみると、モミ殻区が5684 g/10株、通常区が5224 g/10株となり、モミ殻区が10株当たり460 g多かった。

1果実重は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、1月から4月のいずれの時期もモミ殻区が通常区より高い値を示した。試験期間全体をみると、モミ殻区が22.05 g/個、通常区が20.69 g/個であり、モミ殻区が1.36 g/個上回った。

以上より、統計的な有意差はないものの、モミ殻

表4. 培地の違いが収穫果実数、収穫果実重および1果実重に及ぼす影響

調査項目	試験区	1月	2月	3月	4月	試験期間全体
収穫果実数 (個/10株)	モミ殻区	6	24	91	173	293
	通常区	8 n.s.	23 n.s.	91 n.s.	164 n.s.	287 n.s.
収穫果実重 (g/10株)	モミ殻区	144	564	2059	2918	5684
	通常区	183 n.s.	543 n.s.	1826 n.s.	2672 n.s.	5224 n.s.
1果実重 (g/個)	モミ殻区	24.18	23.89	23.23	16.90	22.05
	通常区	23.05 n.s.	23.27 n.s.	20.24 n.s.	16.19 n.s.	20.69 n.s.

注) 有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。

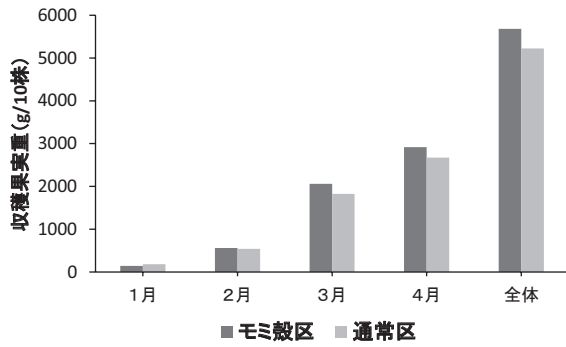


図2. 収穫果実重の経時的変化

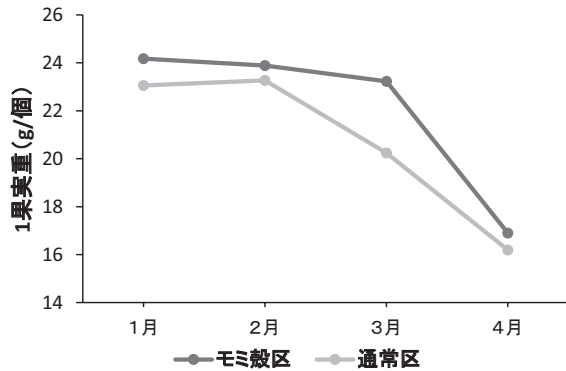


図3. 1果実重の推移

区は通常区に比べ収穫果実数、収穫果実重および1果実重で高い値を示した。近見<sup>13)</sup>は、ケイ酸を施

用したことでイチゴの収量が上がったと報告<sup>13)</sup>している。‘モミ殻燻炭’はケイ酸含量が高いため<sup>14)</sup>、ケイ酸によって収穫果実数が高くなった可能性があるかと推察された。

表5に培地の違いが6g未満果実数およびその収穫果実に占める割合に及ぼす影響を示した。

6g未満果実数は収穫期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、試験期間全体でモミ殻区は通常区に比べ低い値を示した。時期別にみると、両試験区とも1月から3月までは低く、4月に急増した。収穫果実数に占める6g未満果実数の割合を見ると、4月にモミ殻区が9.04%、通常区12.89%で、モミ殻区が通常区に比べ5%水準で有意に低い値を示した。また、1月から3月および試験期間全体では試験区間で有意差は認められなかった。

表6に培地の違いが空洞果実数、奇形果実数、過熟果実数、うどんこ病発生果実数およびそれらの収穫果実数に占める割合に及ぼす影響を示した。

空洞果実数は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。モミ殻区で空洞果実数が多かったのは4月であり、通常区は3月であった。収穫果実数に占める空洞果実数の占める割合をみると、試験期間全体で両試験区とも2.4%と同じ値を示し、

表5. 培地の違いが6g未満果実数およびその収穫果実数に占める割合に及ぼす影響

調査項目	試験区	1月	2月	3月	4月	試験期間全体
6g未満果実数 (個/10株)	モミ殻区	0.3	0.0	1.3	15.7	17.3
	通常区	0.0 n.s.	0.3 n.s.	5.0 n.s.	21.3 n.s.	26.7 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	3.33	0.00	1.57	9.04 *	3.49
	通常区	0.00 n.s.	1.39 n.s.	4.95 n.s.	12.89	4.81 n.s.

注) 同一試験月で\* :  $P < 0.05$ で有意差があることを示す。  
有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。  
収穫果実数に占める割合 (%) は逆正弦変換した値を検定に用いた。

表6. 培地の違いが空洞果実数、奇形果実数、過熟果実数、うどんこ病発生果実数およびそれらの収穫果実数に占める割合に及ぼす影響

調査項目	試験区	1月	2月	3月	4月	試験期間全体
空洞果実数 (個/10株)	モミ殻区	0.3	1.0	0.3	4.3	6.0
	通常区	0.3 n.s.	0.3 n.s.	2.7 n.s.	1.7 n.s.	5.0 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	3.33	3.45	0.31	2.49	2.40
	通常区	4.17 n.s.	1.39 n.s.	3.09 n.s.	0.96 n.s.	2.40 n.s.
奇形果実数 (個/10株)	モミ殻区	0.0	1.0	17.7	23.3	42.0
	通常区	0.0 n.s.	0.7 n.s.	16.7 n.s.	19.3 n.s.	36.7 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	0.00	3.45	19.85	13.49	9.20
	通常区	0.00 n.s.	3.04 n.s.	18.28 n.s.	11.52 n.s.	8.21 n.s.
過熟果実数 (個/10株)	モミ殻区	0.0	0.0	0.3	0.3	0.7
	通常区	0.0 n.s.	0.0 n.s.	0.0 n.s.	1.0 n.s.	1.0 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	0.00	0.00	0.37	0.20	0.14
	通常区	0.00 n.s.	0.00 n.s.	0.00 n.s.	0.55 n.s.	0.14 n.s.
うどんこ病発生果実数 (個/10株)	モミ殻区	0.0	0.0	1.0	12.3	13.3
	通常区	0.3 n.s.	0.7 n.s.	7.7 n.s.	21.7 n.s.	30.3 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	0.00	0.00	1.06	7.10	2.04
	通常区	2.78 n.s.	3.35 n.s.	6.91 n.s.	13.38 n.s.	6.60 n.s.

注) 有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。  
収穫果実数に占める割合 (%) は逆正弦変換した値を検定に用いた。



試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。

奇形果実数はいずれの月も試験区間で有意差は認められず、1月は両試験区ともに0個/10株で、どちらの試験区も4月にかけて漸増した。試験期間全体ではモミ殻区が42個/10株および通常区は36.7個/10株でモミ殻区がわずかに高い値を示したが、有意差は認められなかった。収穫果実数に占める奇形果実数の割合をみると、モミ殻区がわずかに高い値を示したが試験期間を通じて有意差は認められなかった。

過熟果実数は試験期間を通じて有意差は認められず、両試験区ともに1個/10株以下の低い値を示した。収穫果実数に占める過熟果実数の割合をみても、試験区間で有意差は認められなかった。これは、2018年の試験で利用したカラーチャート<sup>10)</sup>によって適期に収穫できたためと考えられる。

うどんこ病発生果実数は、いずれの月もモミ殻区が通常区よりも低い値を示したが、試験区間で有意差は認められなかった。収穫果実数に占めるうどんこ病発生果実数の割合をみると、試験期間を通じて有意差は認められなかったが、モミ殻区が2.04%、通常区が6.60%とモミ殻区が通常区に比べ低い値

を示した。‘モミ殻燻炭’に含まれるケイ酸は、施用するとうどんこ病に強い株になるとの報告<sup>13)</sup>もあるため、ケイ酸の効果でモミ殻区では通常区よりもうどんこ病発生果実数が低くなった可能性があると考えられた。

表7に培地の違いが良果実数およびその収穫果実数に占める割合に及ぼす影響を示した。

良果実数は試験期間全体でモミ殻区が219個/10株、通常区が195.3個/10株とモミ殻区が通常区よりもやや高い値を示したが、試験期間を通じて有意差は認められなかった。収穫果実数に占める良果実数の割合を見ると、試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、いずれの月もモミ殻区が通常区よりも高い値を示した。モミ殻区は通常区に比べ、6g未満果実数が少なく(表5)、奇形果実やうどんこ病発生果実数もやや少なかった(表6)のために、収穫果実数に占める良果実数の割合が高まったと推察された。

2.2 品質

表8に培地の違いが果実糖度、クエン酸換算値および糖酸比に及ぼす影響を示した。また、図4に果実糖度、クエン酸換算値および糖酸比の経時的変化を示した。

表7. 培地の違いが良果実数および収穫果実数に占める割合に及ぼす影響

調査項目	試験区	1月	2月	3月	4月	試験期間全体
良果実数 (個/10株)	モミ殻区	5.0	22.0	70.7	121.3	219.0
	通常区	7.3 n.s.	21.3 n.s.	62.7 n.s.	104.0 n.s.	195.3 n.s.
収穫果実数に占める割合 (%)	モミ殻区	93.33	94.25	77.59	70.01	83.79
	通常区	93.06 n.s.	90.94 n.s.	70.30 n.s.	63.59 n.s.	79.47 n.s.

注) 有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。  
 収穫果実数に占める割合 (%) は逆正弦変換した値を検定に用いた。

表8. 培地の違いが果実糖度、クエン酸換算値および糖酸比に及ぼす影響

調査項目	試験区	2月	3月	4月	平均
果実糖度 (%)	モミ殻区	10.13	8.24	8.61	8.99
	通常区	10.03 n.s.	8.08 n.s.	8.44 n.s.	8.85 n.s.
クエン酸換算値 (%)	モミ殻区	0.66	0.54	0.51	0.57
	通常区	0.63 n.s.	0.53 n.s.	0.48 n.s.	0.55 n.s.
糖酸比	モミ殻区	16.37	15.50	17.06	16.31
	通常区	15.92 n.s.	15.18 n.s.	17.87 n.s.	16.33 n.s.

注) 有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t検定) を用いた。  
 収穫果実数に占める割合 (%) は逆正弦変換した値を検定に用いた。

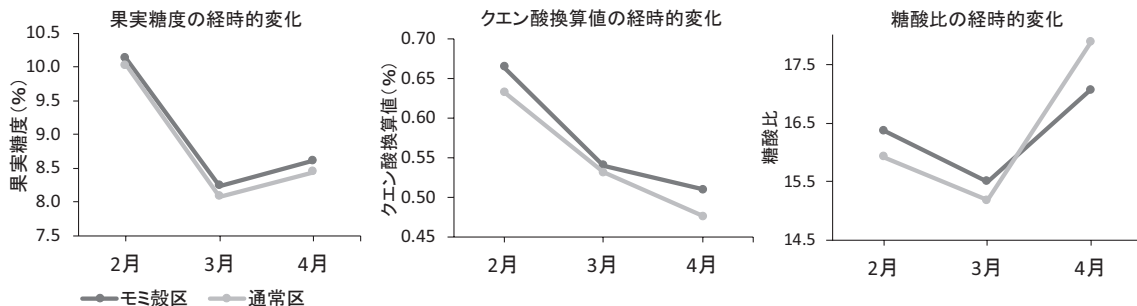


図4. 果実糖度、クエン酸含量および糖酸比の経時的変化

表9. 培地の違いが果実硬度に及ぼす影響

調査項目	試験区	2月	3月	4月	平均
果実硬度 (kgf)	モミ殻区	0.73	0.66	0.66	0.69
	通常区	0.73 n.s.	0.65 n.s.	0.65 n.s.	0.68 n.s.

注) 有意差検定には二群の母平均の差の検定 (t 検定) を用いた。

収穫果実数に占める割合 (%) は逆正弦変換した値を検定に用いた。

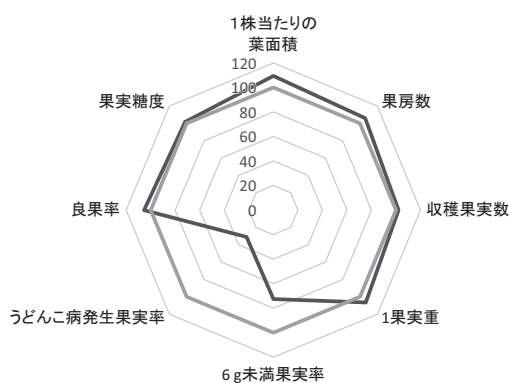


図5. 通常区の平均値を100とした場合のくん炭区の生育および収量調査の平均値

果実糖度は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかったが、試験の全期間でモミ殻区が通常区よりもわずかに高い値を示した。また、時期別にみると両試験区とも2月から3月にかけて減少し、その後4月にかけて増加した。‘モミ殻燻炭’に含まれるケイ酸は果実糖度の上昇にも効果があるとの報告<sup>13)</sup>があることから、モミ殻区は通常区に比べ果実糖度がわずかに上昇した可能性があることが考えられた。

クエン酸換算値は試験期間を通じて有意差は認められなかったが、試験の全期間においてモミ殻区が通常区よりもわずかに高い値を示した。また、2月から4月にかけて漸減した。

糖酸比は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められず、試験期間を通じた平均でもモミ殻区が16.31および通常区が16.33と同程度の値であった。時期別にみると、両試験区とも2月から3月にかけて減少したが、その後4月にかけて増加した。また、2月と3月ではモミ殻区が通常区よりもわずかに高い値を示したが、4月には通常区が僅かに上回った。

表9に培地の違いが果実硬度に及ぼす影響を示した。

果実硬度は試験期間を通じて試験区間で有意差は認められなかった。また、時期別にみると両試験区とも2月から3月にかけて減少したが、その後3月および4月は同じ値であった。

図5に通常区の平均値を100とした場合のモミ殻区の生育および収量調査の平均値を示した。

収量および品質面において‘モミ殻燻炭’は‘ヤ

シ殻’と同程度あるいはわずかに上回った。これは、‘モミ殻燻炭’に含まれるケイ酸の効果、そして、‘ヤシ殻’は気相率が57%なのに対し‘モミ殻燻炭’は68%と高く、酸素要求量の大きいイチゴなどの作物に適する<sup>15)</sup>ためと考えられた。また、土壌の性質としてイチゴは弱酸性を好み、‘ヤシ殻’は弱酸性だが、‘モミ殻燻炭’は弱アルカリ性である<sup>7)</sup>。「グリーンパワー®バイオ炭」は、燻炭の中に含まれる灰分の影響で、加水や水洗いすると微酸性となる<sup>14)</sup>との記載があることから、土壌の性質による問題がなかったと考えられた。さらに、‘モミ殻燻炭’の「グリーンパワー®バイオ炭」と‘ヤシ殻’の「ベラボン」の販売価格をみると、「ベラボン」は6000円程度/100L<sup>16)</sup>であるのに対し、「グリーンパワー®バイオ炭」は1000~3000円/100L<sup>17,18)</sup>と、‘モミ殻燻炭’は半分以下の安価で手に入るため、コストの低減が可能である。また、ロックウールは使用後の処理方法が確立されていないという問題がある<sup>7)</sup>が、加藤<sup>19)</sup>によると、‘モミ殻燻炭’は使用後に畑の土壌改良材として有効利用でき、廃棄コストがかからず、低コスト、長期運用可能な優れた資材<sup>19)</sup>とされている。しかし、養液栽培における新培地がロックウールを超えるために具備すべき条件として考えられている「材料が均一で、長期にわたり変化がなく安定している」<sup>6)</sup>という点について、‘モミ殻燻炭’はイネの栽培年によって品質が変化しやすい<sup>7)</sup>という指摘もあり、課題とされている。このため、今後も継続して生育、収量および品質に及ぼす影響について試験していく必要があると考えられた。

## 謝 辞

当研究室3年の圓谷朱理氏、勝見莉緒奈氏、藤井天良氏、古谷真輝斗氏には収穫作業や調査など様々な面でお手伝いしていただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 引用文献

- 1) 木村雅行 (1972) 起源と来歴. 農山漁村文化協会編「農業技術体系 野菜編 第3巻」. 農山漁村文化協会: p. 基3

- 2) 吉田裕一 (2014) 品種と作型の変遷. 篠原 温編「野菜園芸学の基礎」. 農山漁村文化協会 : p. 106
- 3) 施山紀男 (2010) 品種の変遷と特性. 施山紀男編「日本のイチゴ 生理生態特性と作型・栽培技術」. 養賢堂 : p. 8
- 4) 水村裕恒・大内良実 (1985) 収量の成り立ち. 農山漁村文化協会編「野菜全書 イチゴ 基本生理作型 精農家の栽培技術」. 農山漁村文化協会 : p. 170
- 5) 吉田裕一 (2012) おもな高設栽培システムと普及の状況. 農山漁村文化協会編「農業技術大系 野菜編 第3巻」. 農山漁村文化協会 : p. 143
- 6) 糠谷 明 (2001) 新培地が備えるべき条件. 農山漁村文化協会編「農業技術体系 野菜編 第12巻」. 農山漁村文化協会 : pp. 養59-養67
- 7) 岩崎泰永 (2002) 養液栽培の現状と注目されるシステム・技術. 農山漁村文化協会編「農業技術体系 野菜編 第12巻」. 農山漁村文化協会 : pp. 3-21
- 8) 玉置 学・角田和利 (2003) イチゴのハンモック式簡易高設栽培システムの開発. 愛媛県農業試験場研究報告. 37号 : pp. 13-14
- 9) 沖村 誠 (2008) 生産の現状と問題点. 主要な菜品目および茶業における低コスト安定生産技術の開発に向けた研究戦略. 野菜茶業研究所. 第3号 : p. 27
- 10) 牧野早希 (2018) 育成した一季成り性イチゴ系統「SUS-1」の特性評価. 信州大学農学部 専攻研究論文 : pp. 2-3, p. 34, pp. 42-46
- 11) 望月龍也 (2000) 加工特性からみた加工上の留意点. 農山漁村文化協会編「食品加工総覧 素材編 第10巻」. 農山漁村文化協会 : pp. 41-51
- 12) 農林水産省 (2011) 農林水産植物種類別審査基準 いちご属. <http://www.hinshu2.maff.go.jp/info/sinsakijun/kijun/1289.pdf>. (2019年12月5日閲覧)
- 13) 近見幸男 (2008) イチゴの少チツソ栽培拡大中 元肥入れるなケイ酸入れろ!?. 月刊現代農業. 2008年3月号 : pp. 172-176
- 14) 川合肥料株式会社イノチオグループ. 商品情報 土壌改良資材. <https://kawai-hiryo.com/products/detail.html?id=86> (2019年 12月17日閲覧)
- 15) 加藤俊博 (1997) 養液栽培のための新固形培地環境にリサイクルできる新培地の特性. 日本養液栽培研究会編「ハイドロポニックス 第11巻 第2号」. 日本養液栽培研究会 : pp. 60-68
- 16) 楽天市場 ガーデニングどっとコム. フジック あく抜きベラボン 100 L. [https://item.rakuten.co.jp/gardening/4061462/?gclid=EAIAIQobChMI7Oqkj6C85gIViqmWCh0hDQeYEAYYSABEGKa3vD\\_BwE&scid=af\\_pc\\_etc&sc2id=af\\_113\\_0\\_10001868](https://item.rakuten.co.jp/gardening/4061462/?gclid=EAIAIQobChMI7Oqkj6C85gIViqmWCh0hDQeYEAYYSABEGKa3vD_BwE&scid=af_pc_etc&sc2id=af_113_0_10001868) (2019年 12月17日閲覧)
- 17) 川合肥料オンラインショップ. もみがらくん炭. [https://kawai-hiryo.com/shop/products/list.php?category\\_id=8](https://kawai-hiryo.com/shop/products/list.php?category_id=8) (2019年 12月17日閲覧)
- 18) 関西産業株式会社. バイオ炭 [初殻燻炭] 100 L. <http://www.kansai-sangyo.co.jp/t-shop-biotan1.html> (2019年 12月17日閲覧)
- 19) 加藤 肇 (1999) これからの養液栽培はリサイクルできる安い培地をつくる. 月刊現代農業. 1999年10月号 : pp. 137-138



## **Effects of rice husk charcoal on the growth and yield of non-everbearing inbred line strawberry “SUS-1”**

**Rumi HIKAWA, Takashi Ota, Taira NODA, Ryotaro HATA,  
Chihiro HIRASHIMA and Shigemitsu KASUGA**

The Division of Plant Science and Resources, Faculty of Agriculture, Shinshu University

This experiment was carried out to clarify the effects of ‘rice husk charcoal’ medium compared with ‘palm shell’ medium using the new strawberry line ‘SUS-1’ in an elevated bench system. ‘SUS-1’ is a non-everbearing strawberry strain bred in the Agronomy Laboratory, Faculty of Agriculture, Shinshu University. As the results of the growth and yield survey, the ‘rice husk charcoal’ plot showed higher values than the ‘palm shell’ medium for the leaf area per strain and fruit bunches. Therefore, the fruit productivity, number of harvested fruits, harvested fruit weight, and weight of one berry increased. In addition, the rates of berries less than 6. g, deformed fruits, and fruits with powdery mildew disease were low in the ‘rice husk charcoal’ plot, resulting in the high proportion of good fruits to harvested fruits. Although the sugar acid ratio was similar, the fruit sugar content was slightly higher in the ‘rice husk charcoal’ plot. From these results, the use of ‘rice husk charcoal’ medium may be effective for increasing yield and improving quality.

**Keywords:** strawberry, non-everbearing, fruit quality, yield, medium