

農業廃棄物を原料とする新園芸培地の開発：サツマイモ栽培による実証試験

山中，捷一郎
九州大学農学部農業機械学講座

田中，明
九州大学農学部農業機械学講座

寺中，真紀子
九州大学農学部農業機械学講座

<https://doi.org/10.15017/23644>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 54 (3/4), pp.149-156, 2000-02. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

農業廃棄物を原料とする新園芸培地の開発 — サツマイモ栽培による実証試験 —

山中 捷一郎・田中 明*・寺中 真紀子

九州大学農学部農業機械学講座

(1999年11月1日受付, 1999年11月5日受理)

Development of Artificial Propagation Media from Agricultural Organic Waste — Demonstration by Sweet Potato Cultivation —

Shoichiro YAMANAKA, Akira TANAKA and Makiko JICHU

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture,
Kyushu University Fukuoka

緒 言

現在の日本国内の有機産業廃棄物の総量は、年間6500万トンで、その内訳は農業廃棄物(2660万トン)、畜産廃棄物(750万トン)、家庭ごみおよび下水汚泥(1090万トン)、他の有機産業廃棄物(2000万トン)である(本田, 1996), (図1)。この中で農業廃棄物は全体の約25%を占めており、その種類はモミ殻、稲わら、野菜屑等である。有機産業廃棄物には樹皮、剪定枝・葉、オガクズ、食品加工残さ等が含まれる。従来、農業廃棄物の再利用はモミ殻の燻炭化、畜舎の敷料、暗渠排水の材料、堆肥の材料等に用いられ、残りの多くは焼却、投棄されてきた。図2に平成9年産モミ殻発生量の処理法を示す(農林水産省, 1998)。この図から見ても年間、約60万トンのモミ殻が焼却処理されている。しかしながら、近年、環境保全型農業の確立と農業資源の有効利用のため、農業生産の場から廃棄物として処理されてきた有機物を農業の枠の中に還元することが重要であると言われている。これら廃棄物の中でモミ殻は農業廃棄物全体の約10%を占めている。現在では、米の乾燥調製がライスセンターで行われるため、地域内のモミ殻の量的な予測は可能であり、収集および運搬コストが低い利点がある。モミ殻の再利用には上述した例の他に、育苗用土の材料、水耕栽培

の資材、マルチ資材、公園内の舗装材、圧縮加工による食器・植木鉢などがある。今回はモミ殻の再利用の一つとして、モミ殻単独での使用例がない人工園芸培地への転用を考え、培地としての可能性をモミ殻およびモミ殻を処理加工したモミ殻燻炭と発泡モミ殻を用いて、転用の可能性を栽培実験から明らかにした。また、培地性能の比較のために、他の有機性廃棄物としてヤシガラ(山中・田中, 1997)、パークを、さらにモミ殻とマサ土の混合用土を用いて実験した。

実験方法

1) 保水評価指標と透水性評価指標の決定

サツマイモの生育に大きく寄与する各種有機物からなる培地の水分特性は、遠心器を利用した不飽和透水係数測定法により保水性の評価指標と透水性の評価指標(Jackson, 1992; 田中, 1993; 田中, 1995)を求め、また吸引法(土の理工学的性実験編集委員会編, 1983)と遠心法により水分特性曲線を求めた。

2) 各種有機物を原料とする園芸培地の可能性を検討するため、サツマイモ(品種, 土佐紅)を栽培した。今回、用いた供試培地はモミ殻100%区(以下, モミ殻100)、発泡モミ殻100%区(発泡モミ殻100)、モミ殻燻炭100%区(モミ殻燻炭100)、ヤシガラ100%区(ヤシガラ100)、杉パーク100%区(パーク100)、モミ殻50%+マサ土50%区(モミ殻50%)、発泡モミ殻50%+マサ土50%区(発泡モミ殻50)、モミ殻燻炭50%

* 佐賀大学海浜台地生物生産研究センター

+マサ土50%区(モミ殻燻炭50)の計8試験区である。混入したマサ土は5mmの篩を通過したものを用いた。また、ヤシ殻は10mmの篩でふるって篩上に残留したものを用いた。

試験区に用いた栽培床の形状は長さ180cm、幅50cm、深さ30cmの底が開放されている木枠から成っている。この木枠をマサ土畑の土壤面上に置いた。木枠の底から約15cmの位置に堅い耕盤がある。栽培試験区ごとの横方向の間隔は50cmである。この栽培床の培地材料の搬入は1回につき20ℓとし、水となじませるために搬入ごとに散水を行い、この行程を繰り返して栽培床に培地材料を詰めた。特に、モミ殻は撥水性が強いいため、水とモミ殻を攪拌しながら混ぜ、水分

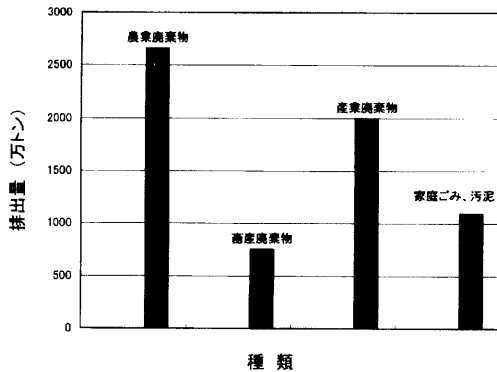


図1 日本国内の有機産業廃棄物 (6,500万トン/年)

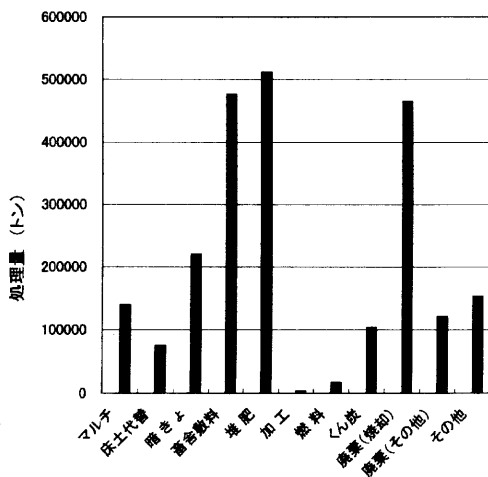


図2 平成9年産モミ殻の発生総量 (228.5万トン) の処理

の吸着をはかった。栽培床内に滞留した水は下部に設けたパイプから排水した。栽培床への各種培地を搬入後、木枠の外側に土盛りを行い、風による培地の飛散の防止も兼ねて全体を黒色のマルチフィルムで覆った。

サツマイモの定植は、この栽培床の長辺方向に15, 45, 75, 105, 135, 165cmの位置に計6本のサツマイモ苗を30cm間隔で一列に植えた。栽培期間は6月13日から10月31日である。施肥は元肥としてサツマイモ専用肥料を250g与えた。灌水は新芽が出て活着が確認されるまでの状態を観察しながら適宜、実施した。その後は灌水を行わないので、水分補給は雨による栽培床の表面と開放された底面からのみである。

栽培期間中の生育調査は特に行わなかったが約10日間隔で、培地別の茎および葉の繁茂状態を観察した。収穫時の調査はサツマイモ栽培培地ごとの比較を行うため、深さ別に収穫したサツマイモの長さ、直径、形状、生体重および茎葉重、底面より下部に伸長した根系の量、培地の体積含水率、乾燥密度を測定した。

実験結果および考察

1) 実験に用いた培地材料の一部と参考値(田中, 1995)として砂およびオンジャクの透水性評価指標と保水性評価指標の結果を表1に示す。表1によると、モミ殻100の保水性評価指標の値が低く、砂の値に近い。以下、発泡モミ殻100、モミ殻燻炭100、パーク100の順に大きくなった。ヤシ殻100の保水性評価指標

表1 培地材料の保水性評価指標と透水性評価指標

	保水性評価指数 Θ (cc/cc)	不飽和透水係数 K (cm/day)
モミ殻100	0.0142	0.0016
発泡モミ殻100	0.0250	0.0052
モミ殻燻炭100	0.0390	0.0040
ヤシガラ100	0.1140	0.0236
パーク100	0.0484	0.0097
モミ殻50	0.0454	0.0102
発泡モミ殻50	0.0705	0.0163
モミ殻燻炭50	0.1049	0.0276
マサ土	0.0790	0.0225
砂	0.0350	0.0021
赤オンジャク	0.0990	0.0140

の値は大きい。また、これらモミ殻にマサ土を混入することで保水性評価指数は大きくなっている。通常、モミ殻は粉碎機で発泡処理して膨軟処理を行い保水性を高め、育苗培地の材料として用いられている。透水

性評価指標の値が小さいのはモミ殻100で、以下、ヤシガラ100、モミ殻燐炭100、発泡モミ殻100、パーク100の順になった。

図3に各種培地の体積含水率と pF 値の関係を示す。この値は遠心法と吸引法により計測し、遠心法の計測範囲は pF2.5~pF4.0までの水分当量から永久萎れ点までに相当している。この図からモミ殻は加工処理することで保水性が改善され、発泡モミ殻100より燐炭100の保水性評価指標の値が大きくなること、また、モミ殻にマサ土を混合することで保水性が増すことがわかる。ヤシガラ100は最も保水性が高く、パーク100はモミ殻50と発泡モミ殻50にほぼ近い傾向を示している。有効水分量を比較すると、ヤシガラ100が高い有効水分量を有している。モミ殻100、発泡モミ殻100およびモミ殻燐炭100の有効水分量は低く、マサ土を混合することで改善された。

2) サツマイモの生育および収穫調査

定植後140日後の生育状態の一例を写真1に示す。培地間での茎葉の生育状態に大きな差が見られ、モミ殻にマサ土を混合した培地の生育が良く、特にモミ殻燐炭50の培地が優れていた。モミ殻100、ヤシガラ100、モミ殻燐炭100の順に生育が良くないことが認められた。モミ殻燐炭を加えることによりサツマイモの肥大が促進される報告がある (A.F.M. Saiful Islam, 1998)。モミ殻100の生育不良は水分不足によるものと考えられる。一方、ヤシガラ100の場合は、産地が海岸であるためにヤシガラ自身が塩類の影響を受けている可

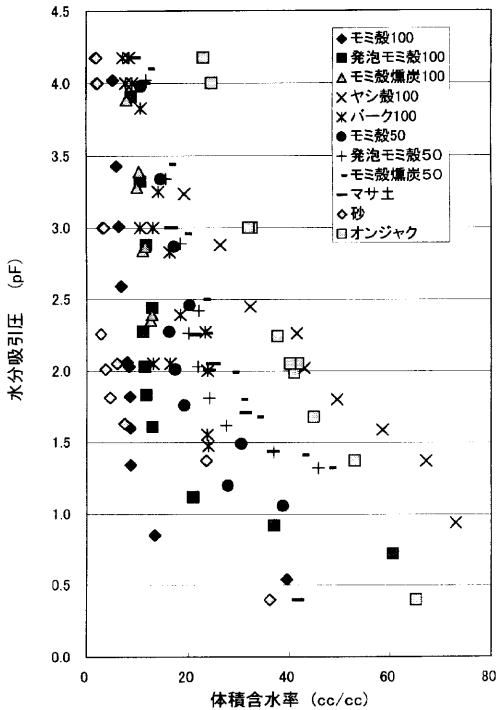
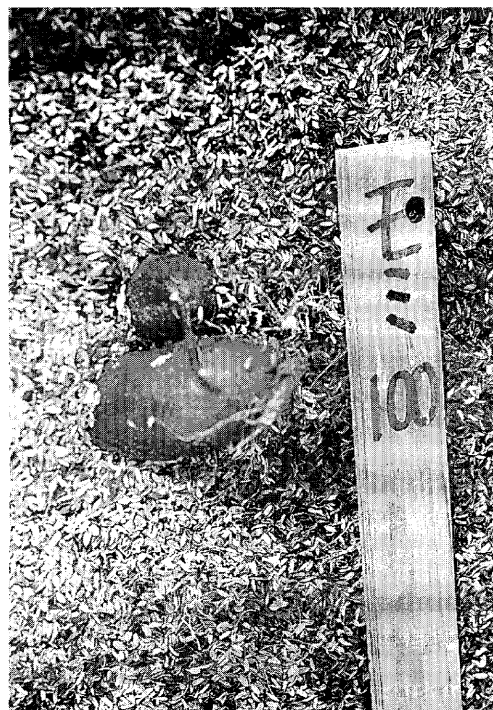


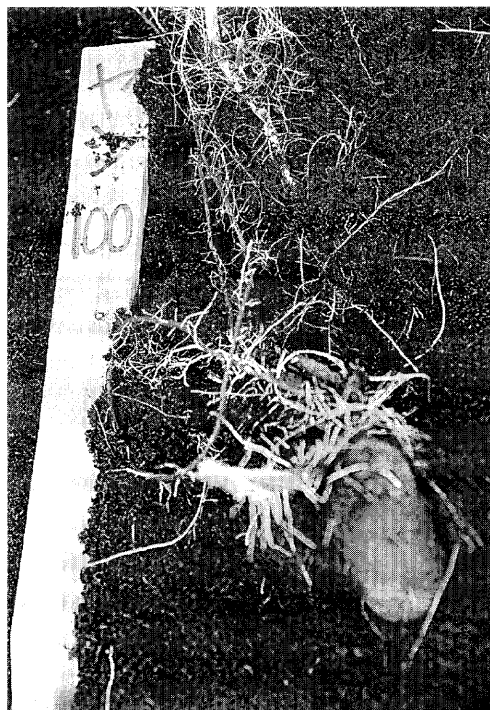
図3 各種培地の水分特性



写真1 モミ殻100培地におけるサツマイモ茎葉の繁茂状態 (定植後140日)



(モミ殻100)



(ヤシ殻100)

写真2 収穫時のサツマイモの状態

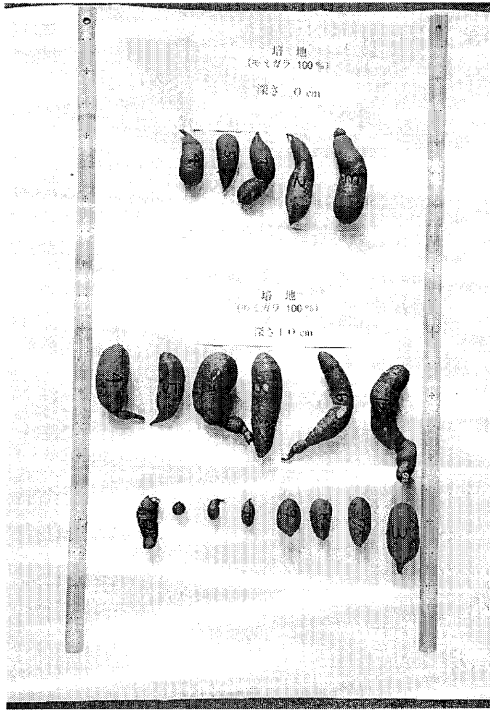
能性が否定できない。また、モミ殻燻炭100の場合は粒度および形状に起因する通気性が大きく関与していると思われる。これらの原因については今後、検討する必要がある。

収穫調査の一例を写真2に示す。収穫調査は培地の表面から0cm, 10cm, 20cmの位置にあるサツマイモ別に行った。この写真は深さ10cmの位置におけるサツマイモの状態を示している。各培地間においてサツマイモの吸収根の状態に差があり、特にヤシ殻100およびパーク100において細根が多く見られた。この現象は有効水分量が多く含まれるヤシ殻100で顕著であった。また、有効水分量の少ない培地では根は栽培床の下方に伸長している傾向が認められた。

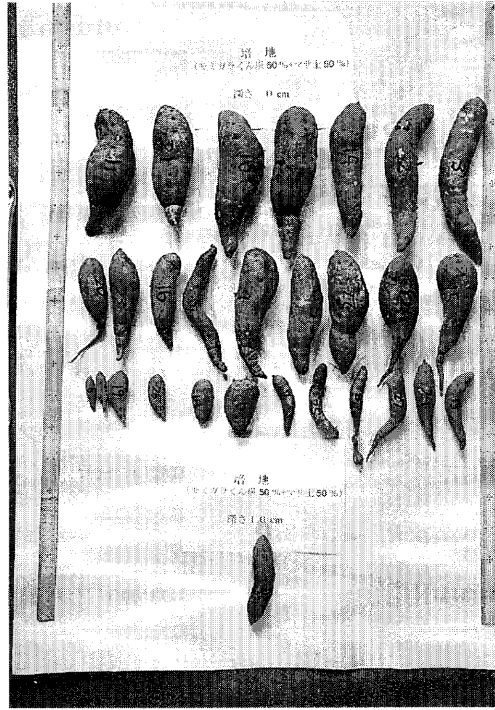
写真3に収穫したサツマイモの一例を示す。図4にサツマイモの収穫調査の結果を示す。全ての結果を同時に表示するため、サツマイモの個数を10倍、総生体重量(g)を10分の1、平均生体重量(g)、長さ(mm)は等倍表示した。図5にサツマイモ茎葉の乾物重と栽培床の下方に伸長した根系の乾物重を示す。ここでは、茎葉の乾物重(g)を10分の1、根系の乾物重(g)を

等倍表示した。根系の乾物重とは栽培床から耕盤までの深さ15cmに伸長した根系を50cm×50cm区画内から採取したものである。培地間のサツマイモの総生体重量および茎葉の乾物重はモミ殻燻炭50の場合が大きい。このことは生育途中の茎葉の繁茂状態から判断された結果と一致している。モミ殻100、発泡モミガラ100、モミ殻燻炭100ともマサ土を混合した各培地より個数および総生体重量とも低い結果となった。この理由を考えると、サツマイモの生育は有効水分量だけではなく、培地の硬さと通気性の良否にも影響を受けていることが考えられる。また、保水性の低いモミ殻100は水分不足を補うため、根を伸長させて栽培床下方の土壤から水分を得ることから、根系の乾物重が多い。ヤシガラ100は培地内の有効水分が多く、下方への根の伸長が少ない。

写真4に対照的なモミ殻100とヤシガラ100の例を示す。この発泡モミガラ100とモミ殻燻炭100は、ほぼ同一な水分特性を有するが前者の方が根系の下方への伸長が大きい。この理由は培地の間隙の形状および大小によると考えられ、この結果、発泡モミ殻の方が生育



(モミ殻100)



(モミ殻50)

写真3 収穫したサツマイモの形状

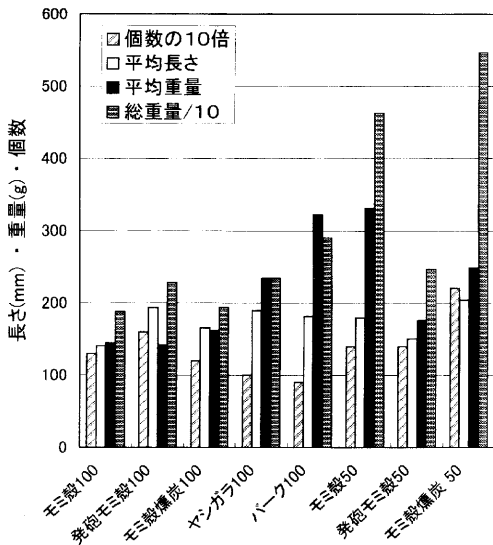


図4 サツマイモの収量調査結果

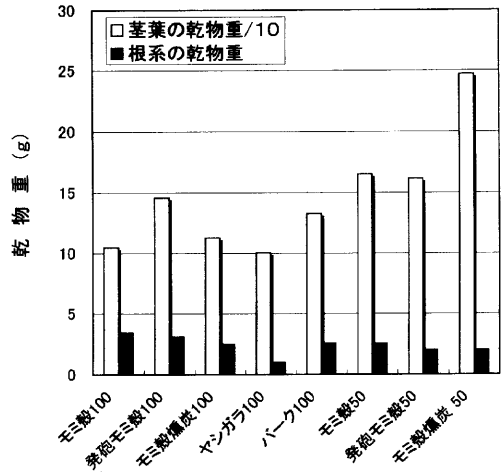
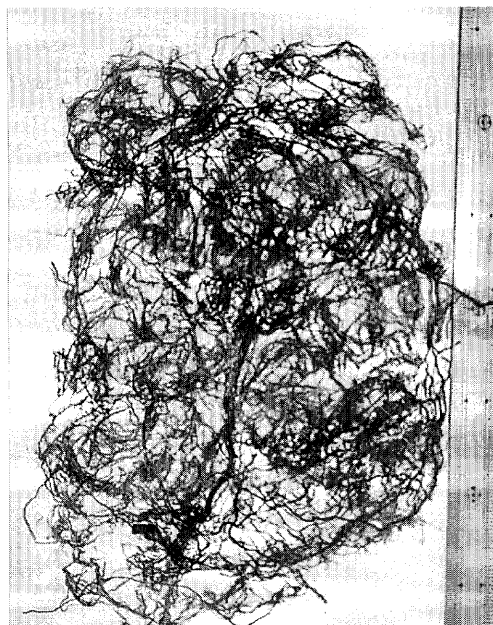
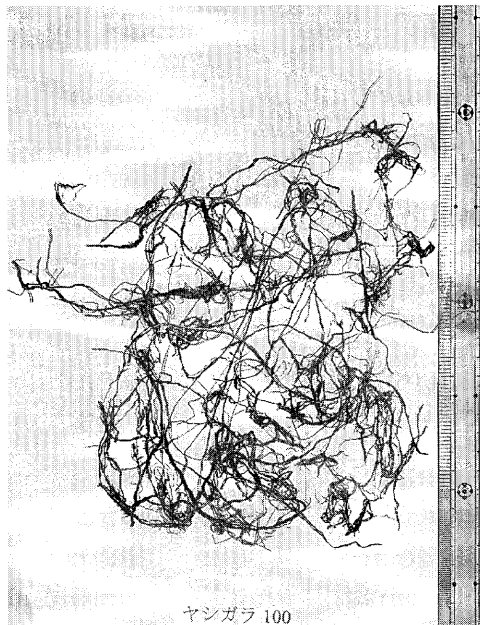


図5 サツマイモ茎葉の乾物重・栽培床の下方に伸長した根系の乾物重



(モミ殻100)



ヤシガラ 100

(ヤシ殻100)

写真4 栽培床の下方に伸長した根系

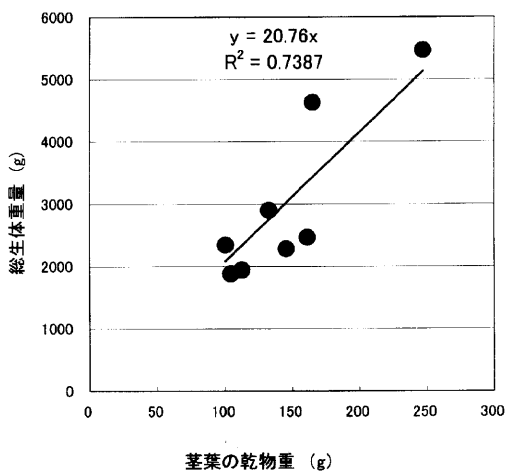


図6 サツマイモの茎葉の乾物重と総生体重量

が良好であった。パーク100の培地は、モミ殻燻炭100、モミ殻50とはほぼ同様な傾向を示していた。一方、ヤシ殻100は有効水分量が多いことから下方への根の伸長が少ない結果となった。これらの結果は培地の水分特性曲線の傾向とほぼ同一である。しかしながら、サツマイモの茎葉と栽培床の下方に伸長した根系との相関

は低く、成長に寄与する因子には土壌硬度、通気性等が関係していると考えられる。

図6にサツマイモの総生体重量と茎葉の乾物重の関係を示す。測定点数が少ないと考えられるが、決定係数は0.7387で、0.5%水準有意であり、予測可能であると思われる。

図7にサツマイモの長さとの直径との関係を示す。図中の直線は直径と長さの比が1:2.5であることを表しており、この直線より上側にあるサツマイモは丸型の形状を呈している。この図よりモミ殻100およびヤシ殻100のサツマイモの形状は長さは一様でないが、直径のばらつきが少ないことがわかる。また、パーク100ではサツマイモの形状のばらつきが少ない。モミ殻燻炭50では、形状は長いサツマイモと短いサツマイモの2種類に区分できる。深さの違いによるサツマイモの形状を見ると、深さ10cmでのモミ殻100とモミ殻50で丸型が多い結果を得たが、特に深さと形状との相関は認められなかった。

表2に収穫時の各培地の乾燥密度と体積含水率を示す。この表によると、モミ殻100とヤシガラ100の培地が特に空隙が大きく、モミ殻を加工処理した発泡モミ殻100、モミ殻燻炭100で少し乾燥密度が大きくなっており、パーク100とはほぼ同じ傾向を示している。体積

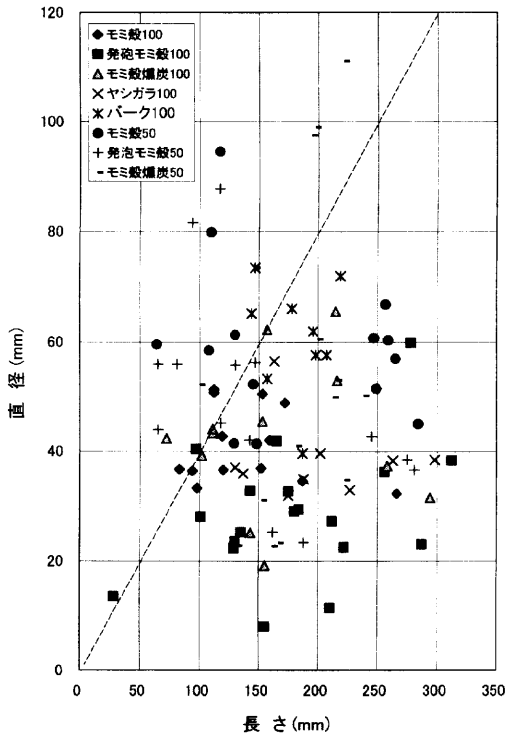


図7 サツマイモの形状

表2 サツマイモ収穫時の培地の体積含水率と乾燥密度

培地名	乾燥密度 (g/cc)	体積含水率 (%)
モミ殻100	0.0900	8.00
発泡モミ殻100	0.1598	13.50
モミ殻燻炭100	0.1776	14.76
ヤシガラ100	0.0828	28.48
パーク100	0.1553	16.94
モミ殻50	0.8870	18.00
発泡モミ殻50	0.9616	19.30
モミ殻燻炭50	1.0609	13.15

含水率について見ると、モミ殻100の値が特に低く、ヤシガラ100は高い値を示している。他の培地の体積水分率は、モミ殻燻炭50、発泡モミ殻100、モミ殻燻炭100、パーク100、モミ殻50、発泡モミ殻50の順に大

きくなっており、この中でモミ殻燻炭50が培地内の水分を有効に消費して茎葉を繁茂させ、サツマイモの肥大を行っていると考えられる。

今回は農業有機廃棄物の再利用の一環として、培地材料への転用を意図し、その可能性を論じた。サツマイモの収量および形状は対照区のマサ土で栽培した結果より明確ではなかったが、モミ殻単独でサツマイモの茎葉が繁茂し、サツマイモが肥大することが確認できた。今後はサツマイモの形状および収量を支配する因子として考えられる培地の硬度、水分状態、通気性および培地組成に注目した実験を行っていく必要がある。また、培地の違いと食味との関連を調べることも重要であると思われる。

摘 要

農業有機廃棄物の再利用をはかるため、人工園芸培地への転用の可能性を検討した。そのため、モミ殻、発泡モミ殻、モミ殻燻炭、ヤシガラ、パークの水分特性を明らかにした。続いて、サツマイモを栽培することで、培地との違いによるサツマイモの生育状態および肥大したサツマイモの形状および重量を比較検討した。その結果、次のような知見が得られた。

- ①農業有機廃棄物を原料とする培地の水分特性を調べ、その体積含水率と pF 曲線、透水性評価指標および保水性評価指標が明らかになった。
- ②サツマイモの栽培実験を行い、各培地とも苗が活着し、サツマイモの肥大が認められた。
- ③培地の違いにより収量および形状に差が認められ、モミ殻燻炭とマサ土を1:1に混合したモミ殻燻炭50での結果が優れていた。各有機物にマサ土を混合することでサツマイモの生育が促進された。
- ④培地内の水分不足がある場合、サツマイモは栽培床の下方に根系を伸長することで、水分の補給を行い、このことはモミ殻100の場合に顕著であった。
- ⑤サツマイモ茎葉の乾物重とサツマイモの生体重には相関が認められた。
- ⑥栽培床内の培地の水分消費量はモミ殻燻炭50の場合が大きかった。

文 献

A. F. M. Saiful Islam, Yoshiaki Kitaya, Hiroaki Hirai, Masanori Yanase, Genjiro Mori and Makoto Kiyota 1998 Sweet potato cultivation with rice husk charcoal as a soil aerating material under wet lowland field conditions. Environ. Control in

- Biol., 36(1): 13-20
- 本田淳裕 1996 農林水産とリサイクル. クリーン・ジャパンセンター: 24-43
- Jackson, R. D. 1972 On the calculation of hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36: 380-382
- 農林水産省農産園芸局農産課 1998 平成9年度農産園芸局農産課資料: 205
- 土の理工学性実験ガイド編集委員会 1983 土の理工学性実験ガイド. 農業土木学会: 72-82
- 田中 明・山本太平・井上光弘・林 静夫 1993 遠心法による土壌の保水性と透水性評価指標の決定. 日本砂丘学会誌 40(1): 7-14
- 田中 明 1995 土壌の保水性・透水性と水分供給力の関係に関する理論的考察. 海と台地 1: 21-27
- 山中捷一郎・田中 明・寺中真紀子 1997 農業廃棄物の園芸培地への有効利用. 海と台地 6: 19-24

Summary

The purpose of this study is to investigate the utilization of agricultural waste such as rice husk, bark, and coconut husk to propagation media.

As rice husk has property of shedding water, water retention is poor. Therefore, the rice husk charcoal or the crushed rice husk have to be produce for raising of the combination with water. The processing of rice husk consumes energy. This paper is to examine characteristic of the propagation media that consists of only rice husk. The similar experiment was carried out to compar with the propagation media which consist of other organic waste. As moisture characteristic of propagation media influenced in the growth of plant, water retentivity index and water conductivity index of each propagation media were determined using the centrifugal method. The result showed that there was little available water in the rice husk. The eight kinds of cultivation bed filled by different propagation medium was made, and sweet potato was grown for 4 mouths. The hypertrophy of sweet potato grown the media consist of rice husk was observed after harvest. The root grown in rice husk media penetrated into the soil under the cultivation bed because of supplement of water deficit. The growth and hypertrophy of sweet potato were promoted by mixing soil and waste. The hardness and air permeability of propagation media influence for yield of sweet potato. In the future, it will be necessary to carry out the experiment considering these factors.