

竹チップの施用がキクの生育と採花に及ぼす影響

菊川裕幸¹・札埜高志²・山本ゆり菜³・米山優理³・本間彩華³・
山南寧々³・橋本魁治³・松川雅哉³

¹神戸学院大学現代社会学部

²兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科

³大阪府立園芸高等学校

e-mail : ag19041@s.okadai.jp

Effect of Bamboo Chips Application on the Growth and Flower Yield of Chrysanthemum

Hiroyuki KIKUKAWA¹, Takashi FUDANO², Yurina YAMAMOTO³, Yuri YONEYAMA³,
Ayaka HONMA³, Nene YAMANAN³, Kaichi HASHIMOTO³ and Masaya MATSUKAWA³

¹Faculty of Contemporary Social Studies, Kobe Gakuin University

²Graduate School of Landscape Design and Management, University of Hyogo

³Osaka Prefectural Engei Senior High School

Summary

In this study, 2- to 3-year-old moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) plants were chipped using a bamboo crusher, and the chips were tested both in pot and open-field experiments to investigate their effect on the growth and flower yield of garden mum (*Chrysanthemum morifolium*). The pot tests were conducted in the following three areas: a control area where commercial culture soil was used, a bamboo chip-peat moss area treated with a 1:1 mixture of bamboo chips and peat moss, and an area treated with only bamboo chips. In the open field, four sections were tested, namely, a control section where black mulch was applied to the normal crop soil, a bamboo chip mulch section whose surface was covered with a 5-cm thick layer of bamboo chips, a bamboo chip mixed area where the same amount of chips was mixed into the crop soil, and a bare section where no mulch was applied. Plant height and number of nodes were equivalent in the bamboo plots and the control in both the pot and open-field experiments, and no growth defects were observed. A yield survey demonstrated that, in the pot test, the dry weight tended to decrease as the mixed proportion of bamboo chips increased. Plants showed a lower growth in the bamboo plots than in the control, suggesting that it would be difficult to use only bamboo chips as a culture medium. However, when considering the weight reduction of the pots and their disposal after cultivation, a certain level of quality could be maintained by increasing the amount of fertilizer applied to the bamboo chip and peat moss areas. In the open-field test, the highest dry weight was achieved in the control plots, followed by the bamboo chip mulch plots, while the lowest was obtained in the bamboo chip mixed plots and bare plots. In terms of the impact on weed infestation, the results showed that, although weed control could not be completely achieved, the surface application of bamboo chips successfully inhibited the spread of weeds to some extent without substantially reducing growth or flower yield. These results suggest that bamboo chip mulch is feasible as an alternative to black mulch material.

Key words : abandoned bamboo forest, anti-weed effect, bamboo resources, cultivated soil, lightweight culture medium
放置竹林, 防草効果, 竹資源, 培養土, 用土の軽量化

2023年6月5日受付, 2023年7月20日受理。

本研究の一部は, 第79回日本農業教育学会大会にて口頭発表した。

本研究の一部は, 大学発アーバンイノベーション神戸(若手研究者の研究活動経費助成制度)(課題番号: A22102)の助成を受けて実施された。

緒 言

竹は日本人にとって身近な資源であるが、竹製品がプラスティック製品に代替されるとともに、たけのこの輸入量増加や、生産者の高齢化が進んだことにより、国内における竹材、たけのこ両方の生産が衰退していった（林野庁、2018）。こうした背景により、管理が行われなくなったモウソウチク林が増加している。全国的にみても竹林面積は年々微増しており、1986年に14.7万haであった竹林は2017年には16.7万haとなっている（林野庁、2022）。モウソウチク林が拡大することで、森林における水源涵養機能や土砂災害防止機能などの公益的機能が低下するとの指摘もある（日浦ら、2004；小泉・谷本、2008）。

そこで近年、放置モウソウチク林の有効利用法の研究として、伐採した竹を破碎機によってチップ化し（以下、竹チップ）、農業に利用するケースがみられるようになった。例えば、竹チップをサイレージ化し、家畜飼料として利用したもの（大谷ら、2004）、マルチング資材として防草に利用したもの（菊川、2016）、ダイズ栽培（山川ら、2009）や水稻の育苗培養土（矢内ら、2016）として使用したものなど、数多くの事例が報告されている。しかし、農業利用の中でも花き栽培に竹チップが使用された事例は数少なく、その効用は明らかになっていない部分も多い。

一方、我が国における花きの現状をみると、作付面積は1995年、産出額は1998年をピークに全品目を通じて減少傾向にある。この背景には切り花類の輸入増加、栽培農家の減少等が挙げられ、近年は漸減傾向で推移している（農林水産省、2023）。このような状況の中において、花きの消費を拡大するためには、販売する花き商品に新しくオリジナルな価値を与えることが必要である（Fudanoら、2022）。加えて、近年高騰している農業関連資材のコスト削減も経営面において重要な課題の1つである。

一般家庭における鉢もの栽培の現状をみると、栽培後の培養土の処分が必要であるが、多くの自治体では可燃ごみとして廃棄することが禁止されている。また、集合住宅居住者の約30%が鉢もの栽培に関して「使った土の処理が面倒」と回答している（豊田ら、2021）。こうした背景より、培養土に比べて軽量である竹チップを鉢もの栽培に使用できれば、可燃ごみとしての廃棄も可能となり、家庭用の可燃ごみとして処理できる付加価値が生まれる（Fudanoら、2022）。さらに、花き栽培の培養土の条件として、大量かつ安定的な供給が可能であること、重量が軽いこと、低価格であることが挙げられるが（池田、2000）、竹チップはその条件を満たすことが可能である。また、花き生産者等の視点に立てば、露地栽培において竹チップをマルチング資材として使用することで防草効果も期待でき（菊

川、2016），マルチング資材の使用量を削減できる可能性もある。

そこで本研究では、我が国において切り花の産出額が長年1位となっているキクを対象にし、竹チップを用い、実験Ⅰとしてポット試験、実験Ⅱとして露地試験を行った。実験Ⅰの先行研究にあたるFudanoら（2022）による竹パウダーを用いたマリーゴールド、パンジー等の栽培では、竹パウダーを混和することで、生育は従来の培養土よりも劣るが、マリーゴールドの場合は化学肥料を施肥し、パンジーの場合はバーク堆肥を混和することで、生育が改善されることが報告されている。しかし、生育調査は4週間のみであり、それ以降の生育や採花への影響は明らかになっていない。そのため実験Ⅰでは、約6か月にわたり竹チップを用土として使用し、キクの生育および採花に及ぼす影響を調査し、加えて軽量化や廃棄可能性の観点から、培養土としての竹チップの利用可能性を検証した。

実験Ⅱに関しては、キクの露地試験において竹チップを利用した先行研究は見当たらない。そこで、竹チップをマルチング資材とした場合や土壤に混和した場合のキクの生育および採花に及ぼす影響に加え、農業関連資材のコスト軽減として、竹チップをマルチング資材として利用することで防草効果が得られるのかを検証した。

材料と方法

1. 供試品種と竹チップ資材

供試品種は懸崖菊品種（赤：R34（実験Ⅰ）、白：BW39（実験Ⅱ））で、これまで大阪府立園芸高等学校（以下、同校）で栽培され、冬至芽によって繁殖させてきた親株から採取した挿し穂を試験に供した。

試験に用いた竹チップは、2020年8月に兵庫県丹波篠山市内の放置竹林より伐採した2～3年生のモウソウチク（*Phyllostachys edulis*）を用い、伐採後の全竹を竹破碎機（Ohashi製、GS122GB）によって5mm以下に粉碎した。粉碎した竹チップはポリプロピレン製の1t容量フレコンバッグに詰め、本試験の実施日まで直射日光や風雨の当たらない場所で保管した。なお、竹チップは使用前に網目5mmの木製ふるいで均一の大きさになるように調整した。

2. 実験Ⅰ（ポット試験）

1) 試験区および栽培条件

実験Ⅰ（ポット試験）は、市販品の培養土を用いた対照区、竹チップとピートモスを重量比1:1に混和した竹チップ・ピートモス区、竹チップのみの竹チップ区の3区を設けた。ポットは5号のプラスティック鉢を用い、各区5株3反復で試験を行った。施肥条件を同様にするために、培養土に既に含まれている成分を1kgあたりに換算し、苗を移植する時に元肥とし

Table 1. Chrysanthemum production and management history in the experiment I (pot test).
第1表. 実験Ⅰ(ポット試験)のキクの生産・管理履歴。

管理日 ^z	管理内容
4/27	キク苗のポットへの移植
5/7	液体肥料 (6-10-5) 500倍を葉面散布
5/8	固体肥料 (10-10-10) 4粒を施肥
5/28	主茎長50cmで摘しん (1回目)
6/1	支柱誘引, 液体肥料 (6-10-5) 1,000倍を葉面散布
6/8	主茎長50cmで摘しん (2回目), 脇芽とり
6/15	液体肥料 (6-10-5) 500倍を葉面散布
6/21	液体肥料 (9-6-5) 1,000倍を葉面散布
6/29	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
7/6	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
7/21	主茎長50cmで摘しん (3回目)
8/3	液体肥料 (9-6-5) 1,000倍を葉面散布, 主茎長50cmで摘しん(4回目)
8/21	液体肥料 (9-6-5) 1,000倍を葉面散布
9/2	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
9/17	着蕾調査 (以後, 開花まで毎日)
9/22	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
10/9	開花調査 (以後, すべての株が開花するまで毎日)
10/18	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
11/8	ポットから抜き取り, 風乾 (1か月後, 収量調査)

^z2021年。

て, 窒素 (N) 1.1g, リン酸 (P₂O₅) 1.7g, カリ (K₂O) 1.4gを竹チップ・ピートモス区と竹チップ区の培養土に施用した。

主な管理作業日とその内容を第1表に示した。2021年4月27日に各試験区のポットに3号ポットで育苗したキク苗を移植した。なお, 3号ポットの苗は挿し穂を4月3日に親株から採取し, 通常の培養土に挿して4月27日まで育苗したものである。移植後の栽培管理は同校のガラス温室内で行った。5月8日に粒状の化成肥料 (N, P₂O₅, K₂Oそれぞれ有効成分量10%) を追肥として1ポットに4粒施肥し, 収穫まで適宜液肥の葉面散布を実施した。摘しんは5月28日に1回目を行い, 以後キクの生育状況をみながら, 主茎長が約50cmになるように適宜実施した。

2) ポット用土の軽量化の検証

ポット用土の軽量化を検証するために, 用土はポットのウォータースペースのラインを基準とし, 1ポットあたり, 対照区は271g, 竹チップ・ピートモス区は219g, 竹チップ区は187gとなるように充填した。栽培試験開始前に用土のかん水時の重量測定を行った。

3) 生育調査および採花調査

生育調査として2週間に1回, 草丈, 節数 (展開葉数) を計測した。また, 採花調査として, 調査対象株の最初の蕾が確認された日を着蕾日, 最初の開花が確

認された日を開花日とし調査を行った。また, 各部位の詳細として, 栽培終了後に地際から20cm高で茎径をノギスで計測後, 調査対象株を根から掘り上げ, 葉数, 開花数, 根長を調査し, 部位別に分けた。その後, 1か月間ビニールハウス内で通風乾燥し, それ以後重量が減少しないことを確認したのち, 各部位 (茎, 葉, 花, 根) の乾物重を測定した (実験Ⅱも同様に調査した)。これらの調査は花きに関する調査基準 (北海道立総合研究機構 花・野菜技術センター, 2021) を参考に実施した。

3. 実験Ⅱ (露地試験)

1) 試験区および栽培条件

主な管理作業日とその内容を第2表に示した。実験Ⅱ (露地試験) は, 同校の遊休地を耕うんし, 圃場に整備した畑を栽培場所とした。その際に, 苦土石灰をおおよそ1aあたり10kg, 牛糞堆肥を1aあたり100kgとなるように施用した。その後, 畠幅100cm, 畠間60cmとなるように畠たてを行った。

試験区は, 畠にポリエチレン製のブラックマルチを張り付けた対照区, 竹チップを厚さ5cm (1aあたり1.5t) でマルチングした竹チップマルチ区, その同量を鋤き込んだ竹チップ混和区, マルチングや竹チップの施用をしない裸地区の4区を2021年5月10日に設けた。試験は各区10株2反復で行った。

同日にプランターで育苗したキク苗を, 各試験区に千鳥植えで株間30cmとなるように定植した。なおキク苗は4月3日に親株から採取し, プランターに挿して5月10日まで育苗したものである。5月11日に化成

Table 2. Chrysanthemum production and management history in the experiment II (open field test).
第2表. 実験Ⅱ(露地試験)のキクの生産・管理履歴。

管理日 ^z	管理内容
5/10	圃場準備として, 竹チップマルチ区および竹チップ混和区に竹チップを施用。対照区はブラックマルチシートを張り付け, 竹チップ混和区は耕うん機で鋤き込み。苗の定植
5/11	苗の捕植, 固体肥料 (10-10-10) 4粒を施肥
6/1	支柱誘引, 液体肥料 (6-10-5) 1,000倍を葉面散布
6/22	雑草調査(1回目)
6/25	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
6/29	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
7/6	液体肥料 (9-6-5) 500倍を葉面散布
7/20	雑草調査 (2回目)
8/26	雑草調査 (3回目)
9/21	着蕾調査 (以後, 開花まで毎日)
10/22	雑草調査 (4回目)
10/23	開花調査 (以後, すべての株が開花するまで毎日)
11/13	株元から掘り起こし, 風乾 (1か月後, 収量調査)

^z2021年。

肥料 (N, P₂O₅, K₂O それぞれ有効成分量10%) を1株に4粒追肥し、収穫まで適宜液肥の葉面散布を実施した。実験Ⅱでは摘しんは実施しなかった。

2) 竹チップ資材による防草効果の検証

竹チップ資材の防草効果を検証するために、雑草の発生本数と新鮮重を6月22日、7月20日、8月26日、10月22日の4回調査した。雑草調査は、それぞれの試験区10m²を対象に実施し、畠上にある雑草のみを調査対象とした。

3) 生育調査および採花調査

実験Ⅰと同様の方法で生育調査と採花調査を行った。

4. 分析方法

実験Ⅰ、Ⅱのそれぞれの試験区間の差および実験Ⅰにおける各試験区の用土の重量の差を求めるために、一元配置分散分析によるFisherの最小有意差法によって多重比較を行った。すべての有意水準は5%未満とした。これらの統計処理には統計ソフト エクセル統計for Windows (BellCurve社製) を用いた。

結果

1. 実験Ⅰ (ポット試験)

1) 生育調査

実験Ⅰにおける草丈、節数(展開葉数)の結果を第1図に示した。草丈は調査開始日から約1か月後の5月25日までは試験区間による差はほぼなかった。その後、いずれの区も順調に生育を続け、葉の黄変や枯死等の明らかな生育不良は観察されなかった。7月21日の草丈が一時的に短くなっている理由は摘しんや整枝によるものである。最終的に10月27日の草丈は対照区71.2±5.5cm、竹チップ・ピートモス区66.3±8.6cm、竹チップ区63.6±5.6cmとなった。

節数も草丈同様に、5月25日までは試験区間による差はほぼなかった。6月8日以降、9月1日までは対照区がほかの試験区に比べてわずかに多く推移したが、最終的に10月27日の節数は対照区50.5±9.7節、竹チップ・ピートモス区52.5±6.8節、竹チップ区54.8±4.3節と草丈と逆の順位となった。

2) 採花調査

着蕾日と開花日を第3表に示した。着蕾が早かったのは、竹チップ・ピートモス区および竹チップ区の9月19日±2.5日で、対照区が9月21日±2.7日と2日遅くなった。開花日は、竹チップ・ピートモス区が10月21日±9.2日と最も早く、それ以外の区は10月28日となつた。

採花調査の結果を第4表に示した。各部位の詳細をみると、茎径はすべての試験区間において有意差がみられ対照区が最も太かった ($p<0.05$)。葉数を

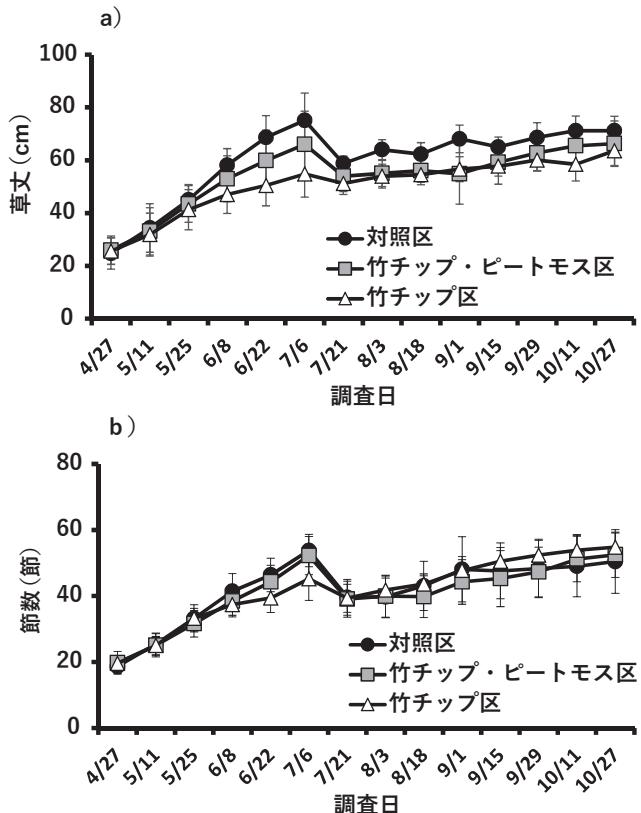


Fig. 1. Growth survey of the experiment I (pot test) (a : plant height, b : number of nodes).

第1図 実験Ⅰ (ポット試験) の生育調査 (a: 草丈, b: 節数). n=15 (5株×3回), 図中のエラーバーは標準偏差を示す。

みると竹チップ・ピートモス区は竹チップ区より有意に多かった ($p<0.05$)。開花数は対照区と竹チップ・ピートモス区では竹チップ区より有意に多かった ($p<0.05$)。根長に試験区間の有意な差はみられなかった。

各部位の乾物重をみると、地上部重、茎重、根重は対照区が竹チップ・ピートモス区、竹チップ区より有意に大きな値となった ($p<0.05$)。葉重をみると竹チップ・ピートモス区は竹チップ区より有意に重かった ($p<0.05$)。花重はすべての試験区間に有意な差がみられ、竹チップ・ピートモス区は対照区、竹チップ区より重かった ($p<0.05$)。

続いて、採花調査時 (2021年11月8日) に生育中庸であった植物体を各調査区で1株選定し撮影したものを第2図に示した。草丈に試験区間で大きな差はみられないが、株が大きく、生育旺盛であり、開花数が最も多かったのは対照区となった。次いで竹チップ・ピートモス区となり、生育や採花が最も劣っていたのは竹チップ区であった。

3) ポット内の用土の重量調査

ポット内の用土は、材料と方法で述べた通り1ポットあたり、対照区は271g、竹チップ・ピートモス区は219g、竹チップ区は187gとなるように充填し、鉢底から水が染み出るまでかん水し、1時間経過後ポッ

Table 3. Dates of flower budding and flowering each test section.
第3表. 各試験区の着蕾・開花日.

実験	試験区	着蕾日 (日)	開花日 (日)
実験 I (ポット試験)	対照区	9月21日±2.7 ^z	10月28日±9.4
	竹チップ・ピートモス区	9月19日±2.5	10月21日±9.2
	竹チップ区	9月19日±2.5	10月28日±8.0
実験 II (露地試験)	対照区	9月21日±0.0	10月26日±2.4
	竹チップマルチ区	9月21日±0.0	10月27日±2.6
	竹チップ混和区	9月21日±0.0	10月26日±2.3
	裸地区	9月21日±0.0	10月28日±2.0

^z表中の数値は平均値±標準偏差を示す.

Table 4. Dry weight and flower yield of each site in the experiment I (pot test).
第4表. 実験 I (ポット試験) の各部位の乾物重と採花.

a)各部位の詳細

試験区	茎径 (cm)	葉数 (枚)	開花数 (個)	根長 (cm)
対照区	5.90±0.51 a ^z	667.3±233.9 ab	262.7±62.8 a	11.4±4.1 n.s.
竹チップ・ピートモス区	5.47±0.56 b	729.8±175.5 a	250.6±52.9 a	12.5±5.9 n.s.
竹チップ区	4.57±0.41 c	522.1±131.8 b	163.5±55.7 b	10.6±4.8 n.s.

b)各部位の乾物重

試験区	地上部重	茎重	葉重	花重	根重
					乾物重(g)
対照区	52.4±6.8 a	31.2±6.3 a	10.1±1.5 ab	11.1±3.0 b	25.4±14.2 a
竹チップ・ピートモス区	42.7±19.0 b	23.9±7.4 b	11.6±2.6 a	13.9±2.3 a	14.8±8.0 b
竹チップ区	35.0±6.4 b	18.2±5.4 b	9.2±2.0 b	7.6±1.6 c	13.7±8.8 b

^z表中の数値は平均値±標準偏差を示す. 異なるアルファベット文字間には, Fisherの最小有意差法 (5%水準) で有意差あり. n.s. 有意差なし.

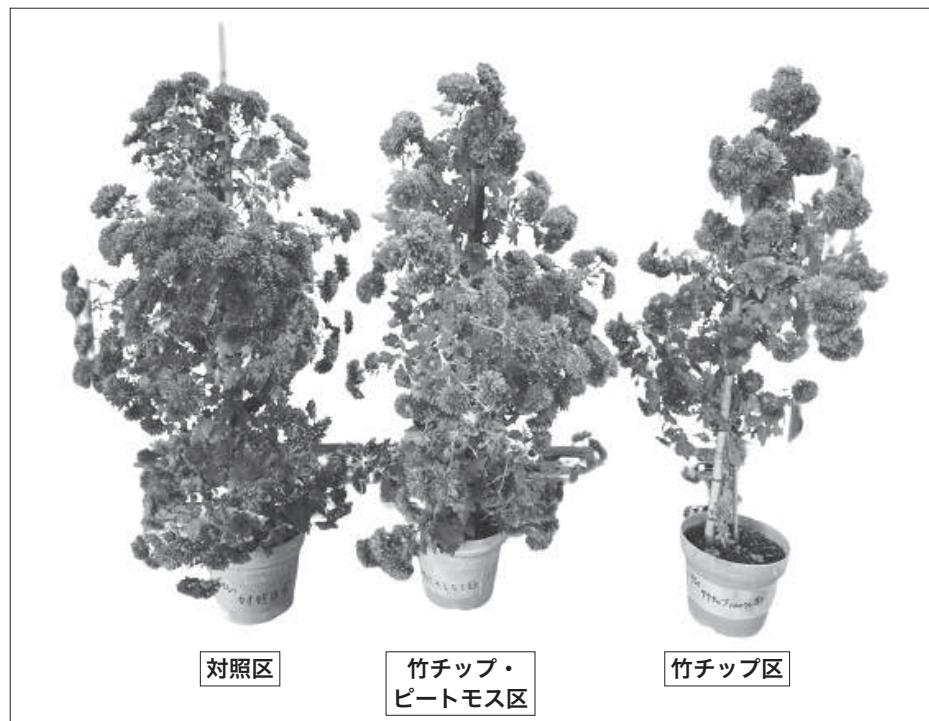


Fig.2. Whole plants in experiment I (pot test).

第2図. 実験 I (ポット試験) のキクの草姿.
2021年11月8日撮影.

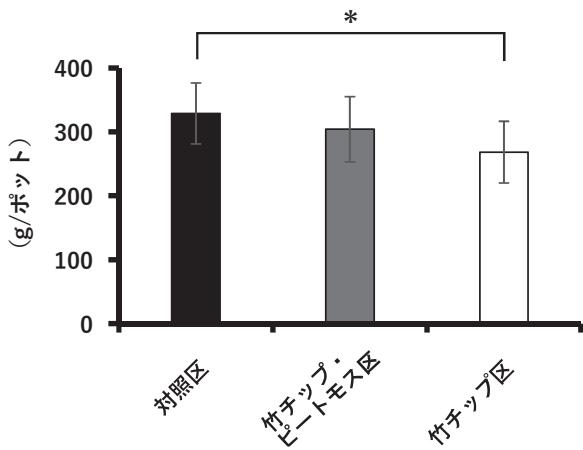


Fig.3. Weight of culture medium in experiment I (pot test). 第3図. 実験I (ポット試験) の培養土の重量.

* $p < 0.05$, n=15, 図中のエラーバーは標準偏差を示す.

トから水が染み出でていないことを確認し, 用土の重量を計測した (第3図)。用土の重量は対照区が 328.7 ± 47.8 gと最も重く, 竹チップ区 (268.3 ± 48.2 g) との間に有意な差がみられた ($p < 0.05$)。竹チップ・ピートモス区は 304.1 ± 51.1 gとなり, 対照区, 竹チップ区との間に有意差はみられなかった。

2. 実験II (露地試験)

1) 生育調査

実験IIにおける草丈, 節数 (展開葉数) の結果を第4図に示した。草丈は調査開始日から約2か月後の7月6日までは, 対照区がやや高く推移したが試験区間による差はほぼなかった。その後, 試験区間で大きな差はみられず, 葉の黄変や枯死等の明らかな生育不良は観察されなかった。最終的に10月27日の草丈は, 対照区 59.6 ± 7.6 cm, 竹チップマルチ区 60.3 ± 4.8 cm, 竹チップ混和区 57.1 ± 6.1 cm, 裸地区 60.2 ± 7.6 cmとなった。

節数は調査開始日から終了日まで試験区間の差はほぼみられず, 順調に増加した。最終的に10月27日の節数は対照区 52.6 ± 5.9 節, 竹チップマルチ区 54.3 ± 5.2 節, 竹チップ混和区 51.3 ± 5.5 節, 裸地区 51.4 ± 7.6 節となった。

2) 採花調査

実験IIの着蕾日と開花日を第3表に示した。いずれの試験区においても, すべての株の着蕾が9月21日に確認された。開花日は対照区と竹チップ混和区が10月26日と最も早かったが, その後2日以内に竹チップマルチ区, 裸地区的開花も確認でき, 試験区の違いによる差はほとんどなかった。

採花調査の結果を第5表に示した。各部位の詳細について茎径と開花数をみると対照区, 竹チップマルチ区は裸地区, 竹チップ混和区より有意に大きな値と

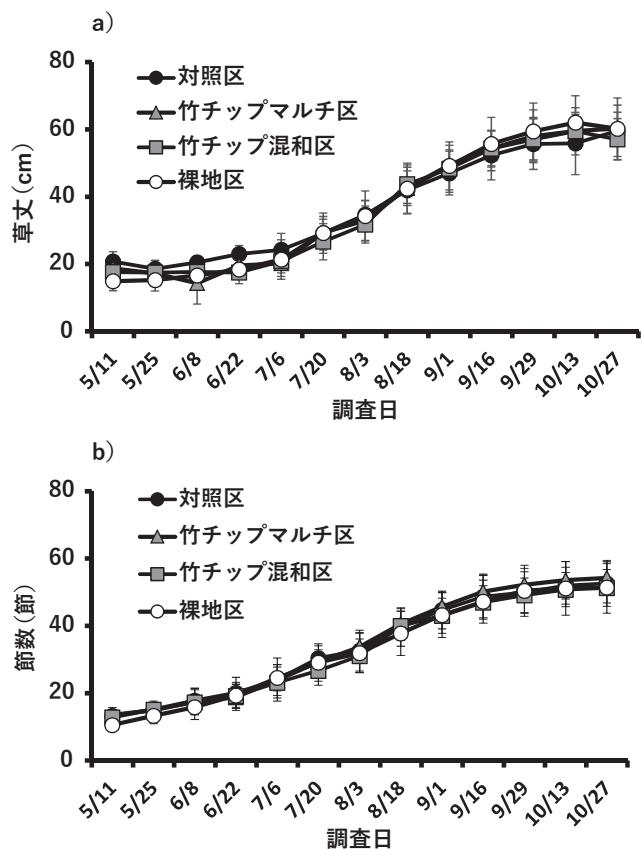


Fig.4. Growth survey of the experiment II (open field test) (a: plant height, b: number of nodes).

第4図. 実験II (露地試験) の生育調査 (a: 草丈, b: 節数). n=20 (10株×2回), 図中のエラーバーは標準偏差を示す.

なった ($p < 0.05$)。葉数は対照区が $1,070 \pm 349.7$ 枚となり, 他の試験区より有意に多かった ($p < 0.05$)。根長は竹チップマルチ区が 38.9 ± 9.3 cmとなり, 他の試験区より有意に長かった ($p < 0.05$)。

各部位の乾物重について地上部重をみると対照区, 竹チップマルチ区は竹チップ混和区, 裸地区より有意に重かった ($p < 0.05$)。茎重は試験区間に有意な差はなく, 葉重は対照区が 34.4 ± 11.2 gとなり, 他の試験区より有意に重かった ($p < 0.05$)。花重をみると対照区, 竹チップマルチ区は竹チップ混和区, 裸地区より有意に重かった ($p < 0.05$)。根重は竹チップマルチ区が 17.1 ± 8.0 gとなり, 他の試験区より有意に重かった ($p < 0.05$)。

続いて, 採花調査時 (2021年11月13日) に生育中庸であった植物体を各調査区で1株選定し撮影したものを第5図に示した。生育旺盛で株の張りが大きく, 根域が広かったのは対照区で, 次いで竹チップ混和区, 竹チップマルチ区となり, 明らかに生育や採花で劣っていたのは裸地区であった。

3) 実験IIの雑草調査

10m²あたりの雑草の本数および新鮮重を第6図に示した。雑草の本数は, 6月22日と7月20日の調査では,

Table 5. Dry weight and flower yield of each site in the experiment II (open field test).

第5表. 実験II (露地試験) の各部位の乾物重と採花.

a)各部位の詳細

試験区	茎径 (cm)	葉数 (枚)	開花数 (個)	根長 (cm)
対照区	8.05±1.37 a ^z	1,070.0±349.7 a	1,087.0±412.7 a	20.7±8.8 c
竹チップマルチ区	7.45±1.25 a	860.1±351.0 b	922.4±203.2 a	38.9±9.3 a
竹チップ混和区	6.07±1.29 b	510.5±182.0 c	685.8±245.6 b	31.0±7.8 b
裸地区	6.11±1.57 b	553.1±252.6 c	633.1±207.0 b	25.9±9.0 bc

b)各部位の乾物重

試験区	地上部重	茎重	葉重	花重	根重
					乾物重(g)
対照区	147.3±46.7 a	64.6±28.7 n.s.	34.4±11.2 a	53.9±20.8 a	9.8±3.7 b
竹チップマルチ区	131.2±24.1 a	57.9±7.1 n.s.	27.7±11.3 b	48.1±9.6 a	17.1±8.0 a
竹チップ混和区	110.3±22.3 b	55.6±6.1 n.s.	16.4±5.9 c	38.3±13.2 b	12.8±7.7 b
裸地区	110.1±27.7 b	58.2±9.6 n.s.	17.8±8.1 c	34.2±13.4 b	9.0±4.0 b

^z表中の数値は平均値±標準偏差を示す。異なるアルファベット文字間には、Fisherの最小有意差法 (5%水準) で有意差あり。n.s. 有意差なし。

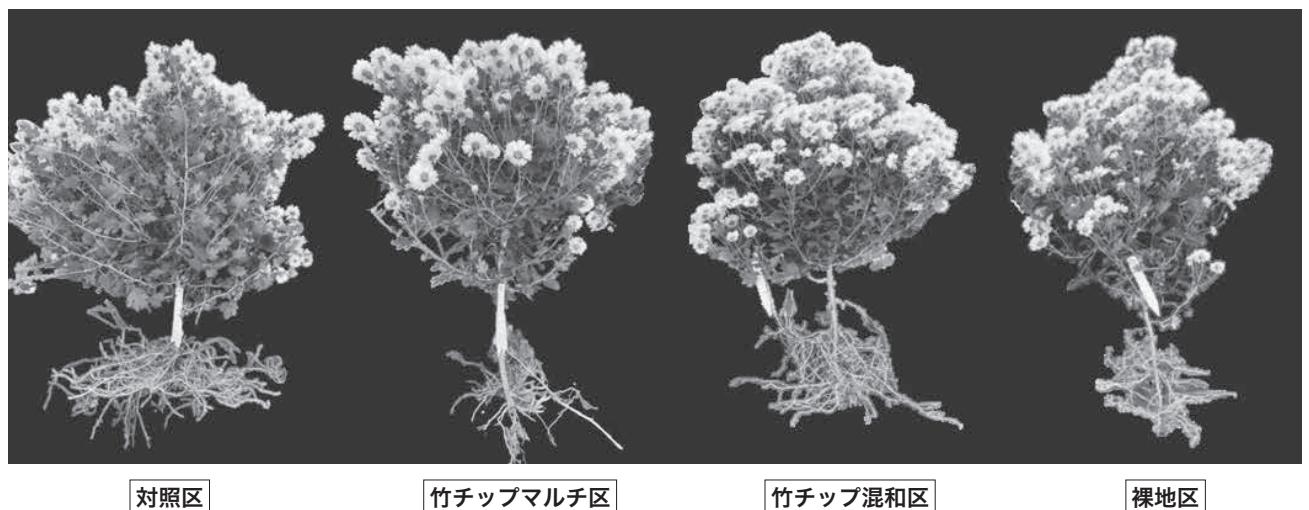


Fig.5. Whole plants in the experiment II (open field test).

第5図. 実験II (露地試験) のキクの草姿.

2021年11月13日撮影.

裸地区が最も多く、次いで竹チップ混和区、竹チップマルチ区、対照区となった。8月26日と10月22日は竹チップ混和区が最も多く、次いで裸地区となった。雑草の本数について、4回の調査の平均値±標準偏差をみると、最も本数が多かったのは裸地区で $1,057.5 \pm 307.8$ 本となり、次いで竹チップ混和区は 679.8 ± 222.8 本、竹チップマルチ区は 153.0 ± 105.7 本となった。

雑草の新鮮重は10月22日以外は裸地区が最も多くなった。生育後半の10月22日は竹チップ混和区が最も多くなった。4回の調査の平均値±標準偏差をみると、最も新鮮重が重かったのは、裸地区で $4,496.5 \pm 3,492.4$ gとなり、次いで竹チップ混和区は $2,051.3 \pm 2,193.3$ g、竹チップマルチ区は 835.5 ± 778.8 g、対照区は 26.8 ± 48.9 gとなった。

考 察

1. 実験I (ポット試験)

実験Iでは培養土、ピートモス、竹チップの3つの異なる資材を供試し、キクの生育や採花等に及ぼす影響を調査した。生育調査は、竹チップの使用量が多くなるにつれて、草丈が低くなる傾向がみられたが、節数は試験区による顕著な差はなく、竹チップの使用量が多いほど増加する傾向がみられた(第1図)。

各部位の乾物重をみると、地上部重、茎重、根重は対照区が竹チップ・ピートモス区、竹チップ区に比べ有意に大きく、竹チップ区はすべての調査項目において最も小さかった(第4表)。つまり、竹チップの使用量が増加するにつれて、個体重は低下する傾向にあった。

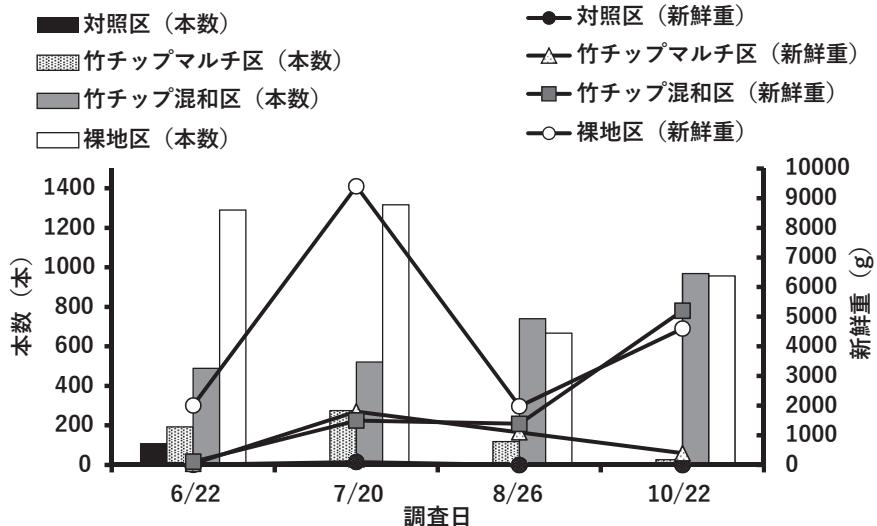


Fig. 6. Number and fresh weight of weeds in the experiment II (open field test).

第6図 実験II（露地試験）の雑草本数と新鮮重。

雑草を採取した面積は10m²で、対照区にはブラックマルチを張り付けた。

鉢栽培用の培養土におけるピートモスの代替資材として竹パウダーの利用を検討した研究では、竹パウダー配合土で栽培したフレンチマリーゴールドの成長やイチゴおよびミニトマトの採花・果実品質はピートモス配合土に比べて劣ったと報告されている (Fudanoら, 2016)。これらは、竹パウダーのC/N比がピートモスに比べて高かったこと、竹パウダー配合土で栽培したイチゴ葉柄中の硝酸イオン濃度がピートモス配合土で栽培したものよりも有意に低かったことから、竹パウダー配合土で栽培した植物体は窒素飢餓に近い状態になるためであると推察されている。本研究では施肥量はすべての試験区で同様の条件としたが、乾物重は竹チップ区が最も低く、同様の傾向を示した。

栄養器官への影響をみると、茎重、根重、茎径は対照区、竹チップ・ピートモス区、竹チップ区の順に低下した。葉重、葉数は竹チップ・ピートモス区が最も大きかったが、これらすべての調査項目で竹チップ区が最低値となった (第4表)。山川ら (2009) はダイズを対象に竹粉を混合施用することで、栄養成長期の光合成活性を低下させ、乾物生産の低下を引き起こしたことを報告している。単純比較はできないが、本研究においても竹チップを多く使用することで、同様の状態となり、窒素飢餓や光合成活性の低下により、栄養器官の乾物重が減少したと考えられる。

これらをふまえると、キク個体における乾物重の低下は、栄養成長への負の影響によるものと推察できる。一方で竹パウダー配合土に肥料を標準量の2～3倍程度施用することによって、窒素飢餓状態が改善され、フレンチマリーゴールドの成長やイチゴおよびミニトマトの採花・果実品質はピートモス配合土（標準施肥量）で栽培したものとほとんど差異がみられなくなつ

たとの報告もある (Fudanoら, 2016)。そのため、栄養成長を阻害させないために、竹チップを用いる場合は施肥量を2～3倍に増やし、窒素飢餓等の対策を講じることで、鉢物栽培用土としての実用可能性が高まると考えられる。

続いて生殖器官への影響をみると、着蕾日、開花日ともに竹チップ・ピートモス区が最も早かった (第3表)。花重は竹チップ・ピートモス区が有意に重く、開花数は対照区と竹チップ・ピートモス区が竹チップ区に比べて有意に多くなった (第4表)。これらのことから、竹チップとピートモスの等量の混和は、花き生産上重要である生殖器官への悪影響はみられず、培養土としての利用可能性が高いと判断できた。また Fudanoら (2022) は、竹材だけの配合土で栽培したパンジーの成長および開花は市販の園芸培養土に比べて劣るが、竹材配合土にバーク堆肥を混入すると、パンジーの成長や開花は市販の園芸培養土と同程度まで改善すると報告している。今後は竹チップとバーク堆肥の組み合わせなどの検証も必要である。

用土の軽量化について、ポット内の用土の重量をみると、対照区に比べ竹チップ区が有意に軽くなった (第3図)。生育、採花調査の結果からは、竹チップのみの栽培は困難であることが示された。これらのことから、竹チップの排水性は高いが、同時に保水性や保肥力が低くなることが考えられた。栽培において一定の効果が得られた対照区と竹チップ・ピートモス区の用土の重量に差はなかった。しかし、施肥条件を変えることで、竹チップ・ピートモス区は培養土の代替として実用可能性があることから、今後、竹チップとピートモスの混和割合を検討することにより、培土の軽量化につながる可能性が考えられる。

用土の廃棄についてみると、対照区は自治体によっては可燃ごみとしての処分ができない場合がある。しかし、用土のすべてが植物素材である竹チップ・ピートモス区は栽培後に可燃ごみとしての処分が可能である。これらのことから、竹チップとピートモスの併用は、鉢物栽培における付加価値の創出に寄与すると考えられる。

2. 実験Ⅱ（露地試験）

実験Ⅱでは、マルチング処理を施した対照区、竹チップを厚さ5cmで表面施用した竹チップマルチ区、竹チップマルチ区と同量の竹チップを混和した竹チップ混和区、マルチを使用しない裸地区の4区を設け、キクの生育や採花等に及ぼす影響を調査した。

生育調査は、草丈および節数において試験区間で顕著な差はなく、黄変や枯死もみられなかったことから、竹チップの施用が生育不良を引き起こす可能性は低いと考えられた。

乾物重をみると、地上部重、茎重、葉重、茎径、葉数において、対照区が最多となり、茎重以外は竹チップマルチ区が次いだ（第5表）。実験Ⅱも実験Ⅰと同様、竹チップの使用によって栄養器官の乾物重が低下した。

実験Ⅰでも考察したように、山川ら（2009）はダイズ栽培における竹粉の土壤への混和は、栄養成長初期の窒素吸収を阻害し、窒素飢餓に近い状態を引き起こし、初期成育を抑制する可能性があることを示唆しており、本研究においても同様の状態となったことが考えられた。すなわち、実験Ⅰ、Ⅱともに竹チップの使用量が増加すると、窒素の吸収阻害が発生し、それが栄養器官の生育に影響し、結果的に乾物重を低下させることにつながったと考えられる。そのため、今後はキク栽培において竹チップの使用割合を高める際は、窒素成分の施肥量を増やすことや窒素吸収について調査を行うことが求められる。

続いて生殖器官への影響をみると、着蕾日と開花日の試験区間による差は最大で2日のみであった（第3表）。花重、開花数ともに対照区が最大となったが、竹チップマルチ区との間に有意な差はみられなかった。一方で竹チップ混和区と裸地区の花重と開花数は有意に低下した（第5表）。これらのことから、採花への影響は、マルチの有無で左右されることがわかった。つまり、マルチ資材がポリエチレン製のブラックマルチでなくとも、竹チップで一定の品質は保持でき、生育への負の影響は小さいことが示された。

竹チップ資材の防草効果をみると、雑草発生本数および新鮮重はいずれも裸地区が最も多く、次いで竹チップ混和区となった（第6図）。このことから、露地栽培においては竹チップマルチに一定の防草効果が認められたが、竹チップを混和しても雑草の発生は抑

制できず、対照区や竹チップマルチ区に比べ、多量の雑草が発生したことで、キクとの競合が生まれ、乾物重や採花量等を低下させたと考えられる。ダイズ栽培において竹チップを用いてマルチングの効果を検証した研究では（菊川、2016）、穀殻やわらよりも竹チップが優れており、厚さ2cmの表面施用で雑草の発生と生育を抑制したことが報告されている。本研究において、竹チップマルチ区で雑草の発生をすべて抑制することはできなかったが、生育や採花に大きな影響を与えることはなかったため、ブラックマルチの代替として竹チップマルチを利用することは可能であると考えられた。

3. おわりに

全国の竹林面積は、2007年には15.9万ha、2012年には16.1万ha、2017年には16.7万haであり、年々増加している（林野庁、2007、2012、2017）。このような状況下で2010年にバイオマス活用推進基本計画が、2016年にバイオマス活用推進基本計画（第2次）が、2022年にバイオマス活用推進基本計画（第3次）がそれぞれ閣議決定された。バイオマス活用推進基本計画には、竹を含むバイオマスをエネルギーや製品として活用していくことは、農山漁村の活性化や地球温暖化の防止、循環型社会の形成といった課題の解決に寄与するものであり、その活用の推進を加速化することが強く求められていると記されている（農林水産省、2022）。本研究では竹チップを混入した土壤および竹チップマルチで栽培した植物の生育は、対照区と比較するとやや劣った程度であり、著しい生育不良とはならなかった。施肥方法の最適化などの改善策は必要なものの、竹チップ培養土や竹チップマルチは将来的に実用化可能であると考えている。かつて人間と竹は共生関係にあり、日常生活や農業生産など様々な場面で竹が利用されていた。放置竹林が年々増加している現状を鑑み、新たな竹の利用を創出していく必要がある。今後は、竹チップ培養土や竹チップマルチに関する栽培実験だけではなく、農業従事者や資材メーカー、林業従事者、里地里山の保全活動に関わる人々など多様な関係者と連携して、竹チップを農業分野で持続的に活用する方策を提案する予定である。

摘要

本研究では、2～3年生のモウソウチク（*Phyllostachys edulis*）を竹破碎機によってチップ化し、キクのポット試験と露地試験に供試し、生育や採花に及ぼす影響を調査した。ポット試験は市販培養土を用いた対照区、竹チップとピートモスを1:1で混和した竹チップ・ピートモス区、竹チップのみの竹チップ区の3区を設けた。露地試験は通常の作土にブ

ラックマルチを施した対照区、厚み5cmで竹チップを表面施用した竹チップマルチ区、竹チップマルチ区と同量の竹チップを作土に混和した竹チップ混和区、マルチを施用しない裸地区の4区を設けた。ポット、露地のいずれの試験においても、生育調査（草丈、節数）に試験区間の顕著な差はなく、生育不良は確認されなかった。採花調査は、ポット試験において竹チップの使用割合が多いほど、乾物重が低下する傾向がみられた。竹チップ区は市販の培養土を用いた対照区と比べ草姿が貧弱になった。このことから、竹チップのみを培養土として使用することは困難であると考えられた。しかし、ポットの軽量化や栽培後の培養土の処分などを考慮すると、竹チップ・ピートモス区は施肥量を増加させることで、一定の品質を保持できる可能性が示唆された。露地試験は対照区の乾物重が最も多く、次いで竹チップマルチ区となり、竹チップ混和区と裸地区は前者の2区に比べると乾物重は少なくなった。雑草の発生状況をみると、完全に防草することはできないものの、竹チップを表面施用することで、一定の防草効果があり、生育や採花が大きく低下することはないことがわかった。このことからブラックマルチ資材の代替として竹チップマルチを利用することは可能であると考えられた。

謝 辞

本研究の一部は、大学発アーバンイノベーション神戸（若手研究者の研究活動経費助成制度）の助成を受けて実施した（課題番号：A22102）。

引用文献

- Fudano, T., H. Kikukawa and F. Kishida. 2022. Bamboo powder as an ingredient of potting substrates for horticultural plants. *Landscape Planning & Horticulture* 22: 1-9.
- Fudano, T., K. Kataoka, R. Takisawa, F. Kishida, M. Toyoda, M. Kaneko and Y. Shiroyama. 2016. Utilization of bamboo powder as a substrate for horticultural production. *J. JSATM* 23(2): 49-60.
- 日浦啓全・有川 崇・ドゥラ ドゥルガ バハドゥル. 2004. 都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性. 日本地すべり学会誌 41(4): 323-334.
- 北海道立総合研究機構 花・野菜技術センター. 2021 (更新年). 園芸作物の調査基準3きく-スプレーぎく. 2021.4.5. (調べた日付). <https://www.hro.or.jp/list/agricultural/research/>
- hanayasai/04hana_yasai_info/02youryou/flower/2_chrysanthemum/2_chrysanthemum.pdf
- 池田幸弘. 2000. 花壇苗生産の技術と経営. p.39-43. 農山漁村文化協会. 東京.
- 菊川裕幸. 2016. 竹チップのマルチングがダイズ品種（丹波黒大豆）の栽培と雑草の防除に及ぼす影響. 人と自然 27: 103-108.
- 小泉圭吾・谷本親伯. 2008. 竹林の表層地盤特性について. *Bamboo Journal* 25: 9-17.
- 農林水産省. 2022 (更新年). バイオマス活用推進基本計画 (第3次). 2023.5.31. (調べた日付). <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-22.pdf>
- 農林水産省. 2023 (更新年). 花きの現状について. 2023.5.31. (調べた日付). <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/attach/pdf/index-14.pdf>
- 大谷利之・和久田高志・関 哲夫・岩澤敏幸・池谷 守司. 2004. 畜産分野における竹資源の利活用. *Bamboo Journal* 21: 72-77.
- 林野庁. 2007 (更新年). 森林資源現況総括表. 2023.5.31. (調べた日付). https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h19/pdf/soukatsu_zenkoku.pdf
- 林野庁. 2012 (更新年). 森林資源現況総括表. 2023.5.31. (調べた日付). http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h24/pdf/soukatsu_47_h24.pdf
- 林野庁. 2017 (更新年). 森林資源現況総括表. 2023.5.31. (調べた日付). <https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/attach/pdf/3-7.pdf>
- 林野庁. 2018. 森林・林業白書 (2016年度). p116. 林野庁. 東京.
- 林野庁. 2022 (更新年). 令和3年度 森林・林業白書 参考資料. 2023.4.1. (調べた日付). <https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/hakusyo/r3hakusyo/attach/pdf/sankou-2.pdf>
- 豊田正博・菊川裕幸・野沢百合奈・飯島健太郎. 2021. 植物の健康効果に関する情報提供が鉢物に対する集合住宅居住者の購買意欲を向上させる可能性. 人植関係学誌. 20(2): 33-47.
- 山川武夫・山野麻有子・池田元輝. 2009. 繊維状竹破碎物のカリ成分とマルチがダイズ品種フクユタカの生育と採花に及ぼす効果. 日本土壤肥料学会誌 80(1): 7-13.
- 矢内純太・中尾 淳・大迫敬義・宮藤久士・吉田裕三・佐野新悟. 2016. 竹林間伐材を利用した竹粉および竹炭の水稻苗箱培養土としての有効性. 日本土壤肥料学会誌 87(4): 241-246.