

## マッシュルーム廃菌床の農業利用技術の開発に関する基礎研究

鹿兒島高専 ○森重朱理 山田真義 山内正仁  
鹿兒島大学 樗木直也 鹿兒島大学名誉教授 八木史郎

## 1. はじめに

近年、健康志向を反映して、国産のきのこ類の需要量は増加傾向にある。国内におけるきのこの生産量は年間 45 万 7 千トン<sup>1)</sup> (H28. 特用林産物生産統計調査 (林野庁)) であり、主に菌床栽培 (人工栽培) で生産されている。菌床栽培は、おが屑やコーンコブなどの培地基材と菌糸の栄養源となる米糠やフスマ等の栄養材から培地を調製し、ヒラタケやシイタケ等のきのこを栽培する方法と馬厩肥や牛糞堆肥などの発酵させた資材で培地を調製し、ツクリタケ (マッシュルーム) やフクロタケなどのきのこを栽培する方法に大別される。これらの培地の成分特性は菌糸が利用できる基質により大きく異なる。一方、きのこの栽培過程では使用済み培地 (廃菌床) が発生し、その量は年間 34 万トン以上<sup>2)</sup> と推定される。廃菌床は、一部堆肥原料として利用されたり、家畜敷料やボイラー燃料等に利用されたりしているが、その殆どは産業廃棄物として有償処理されたり、敷地内に野積みされている状況にある。このため、廃菌床の適切な利用法の開発は喫緊の課題となっている。

本研究では、現在、下水汚泥発酵肥料の新規利用法の開発を目指し、牛糞堆肥に下水汚泥発酵肥料を混合した菌床でのマッシュルーム栽培法の開発に取り組んでいる。同時に本取組みを実装化するために、廃菌床の適切な利用法についても検討している。

本研究では、マッシュルーム廃菌床をコマツナ、チンゲンサイの栽培における堆肥の一般的な施用法に合わせて、ポット栽培試験を実施し、作物の生育や品質に及ぼす影響について牛糞堆肥、下水汚泥発酵肥料と比較して検討した。

## 2. 試験方法

供試した資材は、牛糞を主原料に敷きわら、米糠、菜種油粕等を加え調製された牛糞堆肥 (生産元: 宮原畜産, 肥料の種類: 堆肥, 肥料の名称: 地力堆肥, 届出を受理した県名: 鹿兒島県 鹿農林肥生

表-1 各資材の成分含有率

資材名	水分 N P K Ca Mg C							C/N
	(現物%)							
牛糞堆肥	58.9	0.77	0.57	1.78	0.57	0.51	13.1	17.1
廃菌床(牛糞堆肥3:1下水汚泥発酵肥料)	59.8	0.74	0.64	0.96	1.48	0.39	12.8	17.4
廃菌床(牛糞堆肥1:1下水汚泥発酵肥料)	61.1	0.90	0.62	0.60	2.12	0.32	15.1	16.9
下水汚泥発酵肥料	24.6	3.31	1.92	0.52	8.83	0.72	18.2	5.50

第2号), 下水汚泥 (脱水汚泥: 水分率 75.5%) を主原料に焼酎粕, 家畜糞尿, 食品汚泥等を加え調製された下水汚泥発酵肥料 (堆肥) (生産元: (株) 山有, 肥料の種類: 汚泥発酵肥料, 肥料の名称: かんとりスーパー, 登録番号: 生第 80861 号), 及び広葉樹おが屑, 牛糞堆肥, 下水汚泥発酵肥料 (堆肥) をそれぞれ 30:52.5:17.5 と 40:30:30 (乾物重量%) の割合で混合した菌床でマッシュルームを栽培した廃菌床 (以下, 廃菌床 牛糞堆肥 3:1 下水汚泥発酵肥料, 廃菌床 牛糞堆肥 1:1 下水汚泥発酵肥料) の 4 資材である。表-1 に各資材の成分特性を示す。両廃菌床の窒素・リンの含有率及び C/N 比は牛糞堆肥と同程度であり, 成分分析値からは農地還元上の問題は無いものと推察される。なお下水汚泥堆肥は他の 3 つの資材に比べて, 窒素とカルシウムの含有率が高く, カリウムの含有率, C/N 比は低かった。

コマツナ (品種: 浜美 2 号, 販売元: (株) サカタのタネ), チンゲンサイ (販売元: (株) サカタのタネ) の栽培は, 1/5000a ワグネルポットを用いた。一般的に行われている化学肥料に有機物資材を上乗せして施用する慣行<sup>3)</sup> を考えて, 1 ポット当たり鹿兒島大学学内農場の土壌 (灰色低地土) 3.8kg に, 化成肥料 (窒素・りん酸・加里各 8%) を 2g (窒素・りん酸・加里 1kg/a 相当量) と各堆肥等資材 60g (300kg/a 相当量) を混合してポットに充填した。なお各試験区 4 反復とした。

コマツナの栽培試験では, 5 月中旬に, 1 ポット当たり 15 粒播種し, 1 週間後に発芽率を調査した。適宜間引きを行いながら, 1 ポットあたり 3 株とし, 6 月中旬に収穫した。チンゲンサイは 6 月下旬に 1 ポット当たり 10 粒播種し, 1 週間後に発芽率を調査した。適宜間引きを行いながら, 1 ポットあたり 1 株とし, 8 月上旬に収穫した。収穫は地際から切断し, 地上部は草丈と葉数を測定し, 凍結乾燥して風乾重を測定した。またポットの土壌から根を回収し, 洗浄後通風乾燥し, 風乾重を測定した。それぞれの試料は粉碎後, サリチル硫酸分解後蒸留・滴定して窒素を定量した<sup>4)</sup>。硝酸・過塩素酸分解後<sup>5)</sup>, バナドモリブデン酸による比色法でリンを<sup>6)</sup>, 原子吸光光度法でカリウム・カルシウム・マグネシウムを定量した。

## 3. 試験結果と考察

表-2 にコマツナの生育調査の結果を示す。播種 1 週間後の廃菌床を施用した区の発芽率は牛糞堆肥区より高く, 発芽抑制の障害はみられなかった。廃菌床区の収穫時の草丈は牛糞堆肥区に比べて有意に小さく, 地上部や根の乾物重もやや小さかったが, 下水汚泥堆肥区よりは大きかった。

表-3 にチンゲンサイの生育調査の結果を示す。播種 1 週間後の廃菌床を施用した区の発芽率は 100%

で、発芽抑制の障害はみられなかった。廃菌床区の収穫時の草丈と地上部の乾物重は、牛糞堆肥区と同等以上であった。これに対して下水汚泥発酵肥料区は地上部乾物重が有意に小さく、根の乾物重も小さい傾向であった。

表-4 にコマツナの植物栄養成分の含有量を示す。下水汚泥発酵肥料区の窒素含有量は、地上部・根とも他区より有意に高かった。下水汚泥発酵肥料は窒素の含有率が高く、このことが、乾物重の減少に繋がったものと推察される。また下水汚泥発酵肥料はカルシウム含有率も高く、コマツナの地上部・根ともカルシウム含有率が高かったが、作物の養分吸収において拮抗的な関係にあるカリウムやマグネシウムの含有量に低下はみられなかった。廃菌床施用区では地上部の窒素・リン・カリウムの含有量は牛糞堆肥や下水汚泥発酵肥料を施用した区より有意に低かった。筆者等はこの現象を明らかにするために、窒素無機化試験を実施し、施用後の廃菌床の窒素無機化率は牛糞堆肥や下水汚泥発酵肥料と比較して極端に低いことを確認している。このことから、化学肥料に上乗せした廃菌床の肥料的効果は低いと考えられる。

表-5 にチンゲンサイの植物栄養成分の含有量を示す。廃菌床施用区の窒素含有量は牛糞堆肥区や下水汚泥発酵肥料区より低かったが、それ以外の栄養成分含有量は牛糞堆肥区と同等以上だった。また下水汚泥発酵肥料区のカリウム含有量は他区に比べて低い傾向があったが、他の栄養成分に特に問題はなく、生育が劣っていた原因は栄養成分の問題ではないと考えられた。

#### 4. おわりに

マッシュルーム廃菌床は牛糞堆肥と同様に葉菜類の栽培に施用すると、コマツナではやや生育が低下したが、チンゲンサイでは同等以上の生育がみられた。また発芽抑制は全く見られず、葉菜類の栽培を通じて廃菌床を農地還元することは特に問題はないと考えられる。

下水汚泥発酵肥料は窒素含有率が高く、C/N 比が低いため、コマツナの栽培試験では窒素過剰と思われる生育抑制がみられた。しかしマッシュルーム廃菌床は成分的にはほぼ牛糞堆肥と同等となり、窒素過剰の危険性を回避できる。

参考文献 1)平成28年の徳用林産物の生産動向について(平成29年8月25日),<http://www.rinya.maff.go.jp>,2017.2) 松村ゆかり,藤本清彦,高野勉:キノコ廃菌床発生量の推定,第56回日本木材学会大会 CD-ROM 要旨集,PT026,2006.3) 鹿児島県農政庁:野菜栽培技術指針,1986.4) 作物分析法委員会:全窒素,栄養診断のための栽培植物分析測定法,63-69,養賢堂,1975.5) 植物栄養実験法編集委員会:灰化法,植物栄養実験法,125-128,博友社,1990.6) 作物分析法委員会:リン,栄養診断のための栽培植物分析測定法,69-73,養賢堂,1975.

表-2 収穫時のコマツナの生育状況

試験区	発芽率(%)	草丈(cm)	葉数(枚/株)	地上部乾物重(g/ポット)	根乾物重(g/ポット)
牛糞堆肥	90.0	23.1 ± 0.75 a	8.8 ± 0.37	8.74 ± 0.90 a	1.84 ± 0.25 a
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	93.3	20.2 ± 0.92 b	8.4 ± 0.14	7.73 ± 0.15 b	1.69 ± 0.28 ab
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	95.0	19.7 ± 0.85 b	8.7 ± 0.47	7.96 ± 0.15 ab	1.44 ± 0.15 b
下水汚泥発酵肥料	91.7	22.5 ± 1.64 a	8.7 ± 0.41	7.31 ± 0.12 b	0.98 ± 0.11 c

平均値±標準偏差を示す。異なるアルファベットのついた値の間には5%の水準で有意差がある(LSD法 N=4)。

表-3 収穫時のチンゲンサイの生育状況

試験区	発芽率(%)	草丈(cm)	葉数(枚/株)	地上部乾物重(g/ポット)	根乾物重(g/ポット)
牛糞堆肥	97.5	23.6 ± 1.44 ab	17.8 ± 0.83	4.98 ± 0.99 ab	0.58 ± 0.16
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	100	21.4 ± 1.29 b	16.8 ± 1.92	5.20 ± 0.44 ab	0.70 ± 0.31
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	100	25.6 ± 1.61 a	16.8 ± 1.30	5.88 ± 0.30 a	0.77 ± 0.28
下水汚泥発酵肥料	97.5	20.4 ± 0.78 b	15.3 ± 1.09	3.95 ± 0.88 b	0.39 ± 0.23

平均値±標準偏差を示す。異なるアルファベットのついた値の間には5%の水準で有意差がある(LSD法 N=4)。

表-4 各試験区で栽培したコマツナの栄養成分含有量 (mg/g)

試験区	N	P	K	Ca	Mg
地上部 牛糞堆肥	28.9 ± 3.46 b	4.11 ± 0.11 a	48.9 ± 3.63 a	13.8 ± 0.73 b	2.87 ± 0.10 b
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	22.7 ± 2.72 c	3.57 ± 0.27 b	36.5 ± 3.44 b	14.1 ± 0.58 b	2.70 ± 0.08 b
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	19.2 ± 1.24 c	3.34 ± 0.09 b	33.4 ± 4.79 b	14.3 ± 1.04 b	2.71 ± 0.19 b
下水汚泥発酵肥料	50.9 ± 1.74 a	4.27 ± 0.17 a	46.6 ± 6.77 a	20.7 ± 1.02 a	3.49 ± 0.17 a
根 牛糞堆肥	20.9 ± 1.58 b	5.05 ± 0.33	33.7 ± 7.24	34.3 ± 6.88 b	2.81 ± 0.40
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	18.2 ± 1.51 c	5.19 ± 0.32	31.5 ± 8.11	37.8 ± 4.79 b	2.96 ± 0.51
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	20.2 ± 1.21 bc	5.41 ± 0.56	43.0 ± 3.55	38.9 ± 9.40 b	3.47 ± 0.63
下水汚泥発酵肥料	27.9 ± 1.87 a	4.64 ± 0.33	32.9 ± 4.66	79.4 ± 15.7 a	2.80 ± 0.38

平均値±標準偏差を示す。異なるアルファベットのついた値の間には5%の水準で有意差がある(LSD法, N=4)。

表-5 各試験区で栽培したチンゲンサイの栄養成分含有量 (mg/g)

試験区	N	P	K	Ca	Mg
地上部 牛糞堆肥	45.2 ± 1.78 a	4.95 ± 0.63	71.1 ± 12.5 a	19.8 ± 0.91	4.20 ± 0.41
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	39.4 ± 1.77 b	4.55 ± 0.67	60.9 ± 1.77 ab	19.2 ± 2.36	3.97 ± 0.35
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	38.2 ± 2.17 b	4.17 ± 0.18	63.0 ± 3.14 ab	16.9 ± 3.78	3.61 ± 0.55
下水汚泥発酵肥料	45.4 ± 3.53 a	4.84 ± 0.61	49.7 ± 9.13 b	21.1 ± 1.31	3.98 ± 0.24
根 牛糞堆肥	28.9 ± 0.04	5.15 ± 0.52	34.0 ± 5.94 a	42.8 ± 8.01	3.31 ± 0.06 b
廃菌床(牛糞堆肥3:1 下水汚泥発酵肥料)	27.9 ± 1.88	5.03 ± 0.51	26.6 ± 2.27 b	35.1 ± 10.8	3.64 ± 0.09 a
廃菌床(牛糞堆肥1:1 下水汚泥発酵肥料)	25.9 ± 0.37	4.58 ± 0.24	23.2 ± 2.44 b	29.0 ± 3.60	3.47 ± 0.18 ab
下水汚泥発酵肥料	28.7 ± 2.03	5.61 ± 0.37	26.1 ± 4.53 b	41.2 ± 11.2	2.79 ± 0.17 c

平均値±標準偏差を示す。異なるアルファベットのついた値の間には5%の水準で有意差がある(LSD法, N=4)。