

未利用バイオマス（果樹剪定枝）を用いたアラゲキクラゲ栽培技術の開発

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○徳田裕二郎 池田匠児 正会員 幡本将史 山口隆司 牧慎也
 都城工業高等専門学校 正会員 黒田恭平
 鹿児島工業高等専門学校 正会員 山田真義 山内正仁

1. はじめに

鹿児島県の南西に位置する奄美群島では黒糖焼酎が盛んに生産されている。その生産過程で年間7,898トンの黒糖焼酎粕が発生している¹⁾。黒糖焼酎粕は他の焼酎粕と比較してカリウム含有量が格段に多い特徴を有する。現在、黒糖焼酎粕の9割は直接土壌還元または堆肥化処理され、主にサトウキビ栽培に利用されている²⁾。しかしながら、土壌中の高カリウム化は、茎の蔗糖合成能力を著しく低下させ、将来、基幹産業を揺るがしかねない状況を生み出す可能性がある^{3) 4)}。このため、黒糖焼酎粕の農地利用にかかわる新たな利用法の開発が求められている。一方、サトウキビの収穫、搾汁後に生じるバガスは、粗糖を造るためのボイラー熱源、堆肥及び土壌改良材として利用させているのが主であり、その他の有効利用法は十分に検討されていない³⁾。また、奄美群島ではポンカン等の柑橘類の生産が盛んに行われている。柑橘類の栽培で発生する剪定枝の有効利用率は0%であり、果樹剪定枝の有効活用技術が求められている²⁾。これまでに発酵バガス・黒糖焼酎粕を用いたキノコ培地からアラゲキクラゲを栽培する技術開発を試み、培地材料の最適配合割合を明らかにし、発酵バガス・黒糖焼酎粕を用いたアラゲキクラゲ栽培技術の開発に成功した⁵⁾。その一方で、発酵バガスを培地基材として用いた際に、培地空隙に水が溜まり、子実体発生期間中に培地が雑菌汚染されやすく、発酵バガスの嵩密度が大きいため、培地嵩密度が増加し、自動培地詰め装置での培地充填が困難という課題が残った。本研究では、未利用バイオマスである果樹剪定枝を用いた島内循環の構築を目指し、発酵バガスを果樹剪定枝に置換した培地を用いたアラゲキクラゲ栽培試験を実施し、収量調査・機能性調査から果樹剪定枝のアラゲキクラゲ栽培への利用可能性を検討した。

2. 材料および方法

a) 培地の調製と栽培条件

発酵バガス・黒糖焼酎粕を用いた培地（試験区1）、発酵バガスを10-75%果樹剪定枝に置換した試験区（試験区2-5）、培地基材として果樹剪定枝を100%用いた実験区（試験区6）、キノコ培地・栄養材に広くも利用されて

表1 培地配合条件

試験区	培地組成(乾物重量%)					袋詰め重量 (g)	水分率* (%)
	培地基材		培地栄養剤		その他		
	発酵バガス	果樹剪定枝	広葉樹おが屑	黒糖焼酎粕			
1 発酵バガス100%区	85					800	64.1
2 発酵バガス90%+果樹剪定枝10%区	76.5	8.5				870	63.9
3 発酵バガス75%+果樹剪定枝25%区	63.7	21.3			10	980	65.5
4 発酵バガス50%+果樹剪定枝50%区	42.5	42.5			5	1,100	65.3
5 発酵バガス25%+果樹剪定枝75%区	21.3	63.7				1,300	66.5
6 果樹剪定枝100%区		85				1,500	62.7
7 広葉樹おが屑100%区(BL)			85	10			63.5

* 滅菌後の水分率(%)

いる広葉樹おが屑・米糠を用いた培地（試験区7）を準備した(表1)。果樹剪定枝にはタンカン剪定枝（水分率14.3%）を粉砕機で5-10mmに粉砕したものをを用いた。

培地の調製は、培地基材（バガス、果樹剪定枝、広葉樹おが屑）と栄養材を攪拌装置で15分間攪拌し、貝化石（pH調整材）を添加した。最後に水道水で、培地水分率を65%に調整した。

調整後培地は円筒形培養袋に充填し、121℃で1時間高圧滅菌処理を行い、供試菌（アラゲキクラゲ89号（森産業（株））を無菌室内で約15g接種した。各試験区の供試菌床数（培地）数は7体ずつとした。

接種後、菌床は温度22±2℃、湿度75±5%の培養室で70日間培養し、培養室は作業時のみ蛍光灯を点灯した。培養期間終了後、温度24±1℃、湿度90%以上の発生室に菌床を移し、栽培袋の上から刃物で長さ50mmの切れ込みを4カ所入れ、子実体形成を促した。発生室内では毎日9時間200ルクス程度蛍光灯を点灯し、遠心式加湿器（霧たまplus、カワバタ産業（株））を設置し、1時間当たり30分間加湿を行った。さらに、元基形成後は毎日2回菌床に直接散水を行った。

b) 菌糸伸長調査と子実体収量調査

温度 22±2℃、湿度 75±5%で制御された培養室で培養中の培地の菌糸伸長状況をそれぞれ 10 日目ごとに 70 日間調査を行った。具体的には菌床表面全体に菌糸が周った時を 100 とし、菌床表面積に対する菌周りが認められた面積の割合を評価した。

収穫は、子実体が茶碗状の原基が扁平な皿形に変化したところで行い、90 日間収穫を行った。収穫後は子実体の生重量を測定したのち、温風乾燥機（60℃）で2日間乾燥させたものの重量を測定し、それを乾燥重量とし、分析に供した。

c) 子実体成分分析

乾燥した子実体の一般成分（水分；常圧加熱乾燥法、蛋白質；ケルダール法（窒素・タンパク質換算係数 6.25）、脂質；酸分解法、灰分；直接灰化法、炭水化物；100-（水分+タンパク質+脂質+灰分）、食物繊維（酵素重量法（prosky 法））を新食品法に準じて定量した。また、無機成分（(Na, K；原子吸光光度法（Varian Technologies Japan Ltd. ;AA-240FS）、(Ca, Mg, P;ICP 発光分析法））についても同様に新食品法で定量した。

3. 結果と考察

広葉樹おが屑・米糠培地では、培養40日目で菌周りが完了したのに対して、発酵バガス100%区1、果樹剪定枝10%含有試験区2、果樹剪定枝25%含有試験区3、果樹剪定枝50%含有試験区4、果樹剪定枝75%含有試験区5では、培養50日目で菌周りが完了した(図1)。果樹剪定枝100%区では培養40日目以降、菌糸伸長が90%程度に抑制され、培地全体に菌糸が蔓延しなかった。果樹剪定枝には抗菌性成分であるフェノール化合物が多く含まれていることが影響していると考えられる。

子実体累積収量は、果樹剪定枝 100%区 6 で 566.3±46.4g/菌床と最も大きい値になり、発酵バガスを果樹剪定枝に置換する割合が高いほど、累積収量は高い値を示した(表 3)。発酵バガスを果樹剪定枝に置換した試験区は広葉樹おが屑・米糠培地の累積収量より低い値を示した。関谷⁶⁾は市販の種菌 3 種を用いてアラゲキクラゲ培地の重量と収量の関係を調査し、培地重量が増加すると菌床当たりの収量は増加することを報告している。本試験結果においても同様な傾向を示した。

培地 10g 当たり子実体収量、発酵バガスを果樹剪定枝に置換した果樹剪定枝含有試験区で 15.3±0.8g~10.5±0.8g であり、果樹剪定枝 25%含有試験区 3 で最も大きい値となり、発酵バガスを果樹剪定枝に置換する割合が 25%以上(試験区 4~6)になると、培地 10g 当たり子実体収量は減少する傾向を示した(表 3)。果樹剪定枝は常緑樹であり、白色腐朽菌に腐朽されにくいといった針葉樹に近い成分特性を示していることが影響したと考えられる。

子実体中の一般成分は、発酵バガス 100%区において蛋白質(10.1g/100gDry Weight(D.W.)), 脂質(1.0g/100gD.W.), 炭水化物(86.2g/100gD.W.), 灰分(2.7g/100gD.W.), 食物繊維(86.2g/100gD.W.)であった。発酵バガスを果樹剪定枝に置換した果樹剪定枝 25%含有試験区 3 において蛋白質(10.1g/100gD.W.), 脂質(1.0g/100gD.W.), 炭水化物(86.1g/100gD.W.), 灰分(2.6g/100gD.W.), 食物繊維(84.0g/100gD.W.)であり、発酵バガスを果樹剪定枝に置換しても子実体中の一般成分に顕著な差異はみられなかった(表 3)。子実体中の無機成分は発酵バガス 100%区においてカリウム(1,134mg/100gD.W.)であった。発酵バガスを果樹剪定枝に置換した果樹剪定枝 25%含有試験区 3 においてカリウム(1,134mg/100gD.W.)であり、両試験区ともにカリウムは高い値を示した(表 4)。カリウムは灰分の 40%程度を占め、発酵バガス 100%区と同様、黒糖焼酎粕に含まれるカリウムを効果的に子実体に取り込み、島内で問題となっているカリウムを回収可能であることが示された。

表 2 子実体中の一般成分

試験区		積算重量 (現物)	培地10g当 たりの収量
		(平均値±標準偏差)	
		(g/菌床)	(g)
1	発酵バガス100%区	413.4±23.7	14.4±0.8
2	発酵バガス90%+果樹剪定枝10%区	479.2±25.9	15.3±0.8
3	発酵バガス75%+果樹剪定枝25%区	557.8±26.3	16.5±0.8
4	発酵バガス50%+果樹剪定枝50%区	536.6±41.1	14.1±1.1
5	発酵バガス25%+果樹剪定枝75%区	561.4±26.4	12.7±0.6
6	果樹剪定枝100%区	566.3±46.4	10.5±0.8
7	広葉樹おが屑100%区(BL1)	655.4±33.5	12.0±0.6

表 3 子実体中の一般成分

試験区	蛋白質 脂質 炭水化物 灰分 食物繊維					
	(g/100g乾物)					
1	発酵バガス100%区	10.1	1.0	86.2	2.7	82.6
3	発酵バガス75%+果樹剪定枝25%区	10.5	0.8	86.1	2.6	84.0
7	広葉樹おが屑100%区(BL)	8.8	0.8	87.7	2.6	85.5

表 4 子実体中の無機成分

試験区	K	Na	P	Ca	Mg	
	(mg/100g乾物)					
1	発酵バガス100%区	1134	26	199	34	99
3	発酵バガス75%+果樹剪定枝25%区	1134	37	219	34	11
7	広葉樹おが屑100%区(BL)	1062	19	208	67	137

4. おわりに

アラゲキクラゲ栽培において、果樹剪定枝を用いた培地では発酵バガス・黒糖焼酎粕培地よりも子実体収量が増加することが示された。果樹剪定枝を用いた培地の最適配合率は、収量性を考慮すると、発酵バガス 63.7%、果樹剪定枝 21.3% (いずれも乾物重量%) と判断した。発酵バガスを果樹剪定枝に置換することで子実体中の一般成分・無機成分に顕著な差異はみられず、発酵バガス・黒糖焼酎粕培地と同様に島内で問題となっているカリウムを効率よく吸収することが示された。発酵バガスを果樹剪定枝に置換してアラゲキクラゲ栽培に用いることで、発酵バガス・黒糖焼酎粕培地の雑菌汚染を起こす課題が解消され、島内循環構築のための一技術になり得ることが示唆された。

参考文献

- 1) 鹿児島県酒造組合：平成29酒造年度(29. 7~30. 6) 本格焼酎焼酎供給状況表等について, 2018.
- 2) 奄美市：奄美市バイオマスタウン構想, <https://www.city.amami.lg.jp/shosui/kanko/sangyo/shinko/documents/vaio.pdf>, 2011.
- 3) 川満芳信, 他5名：サトウキビの糖度向上に関する作物, 土壌, 生産システム工学研究第2報. 南大東島, 石垣島における甘藷糖度と各種元素の関係, 日本作物学会記事, 66巻(別1号) pp. 264-265. 1997
- 4) 安座間健, 他5名：カリ成分施肥量がサトウキビの成長と糖度に与える影響, 沖縄農業研究会第46回講演会要旨, pp. 81-82, 2007
- 5) 山内正仁, 他6名：発酵バガス・黒糖焼酎粕を用いたアラゲキクラゲ栽培技術の開発, 土木学会論文集 G(環境)71(7), III 229-237, 2015.
- 6) 関谷敦：アラゲキクラゲ袋栽培, 九州森林研究第65号別刷, pp. 111-114, 2012.

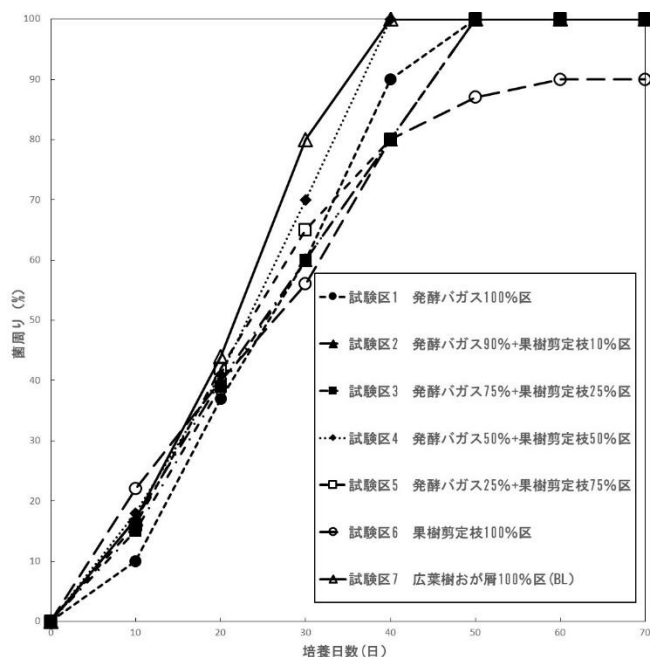


図 1 培養日数と菌周りの関係