焼酎蒸留粕を用いたきのこ菌床の開発

宮崎大学（学）○安井賢太郎，増田純雄　鹿児島高専 山内正仁，木原正人
長岡技術科学大学 山田真義，原田秀樹　（株）植村組 今屋竜一，梅橋弘之

1. はじめに

本格焼酎の生産量が全国第1位である鹿児島県では、その製造過程で発生する食品産業廃棄物の焼酎蒸留粕（以下、焼酎粕）発生量が年間33万3千トン（2003酒造年度）に達し、このうち、10万8千トンが海洋投棄処分されている。しかし、2004年6月に「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律（海防法）」が一部改正され、今後3年以内に施行される予定となっている。この法律により焼酎粕の海洋投棄は今後全面禁止されると考えられ、焼酎業界にとってはひっ迫した事態となっている。

焼酎粕の陸上処理法は、農地還元（肥料化）、飼料化と生物処理、焼却処理等のプラント処理に大別される。

焼酎粕を直接農地に還元した場合、コストをかけずに焼酎粕を肥料として有効利用できる点で理想的である。しかし、焼酎粕はpHが低く、含水率とT-Nが高い濃厚スラリー状有機物であるため、土壌の酸性化、地下水汚染の問題があり、焼酎粕の農耕地施用ガイドラインにより散布量が規制されている。焼酎粕を直接家畜の飼料として利用した場合、肉質の向上などに良好な成果を得ている。しかし、焼酎粕飼料は水分が多すぎて効率が悪い、夏季において腐敗し易い等の問題があり、全発生量を飼料として地域内で循環再利用することは難しく、この利用法は一部にとどまっている。

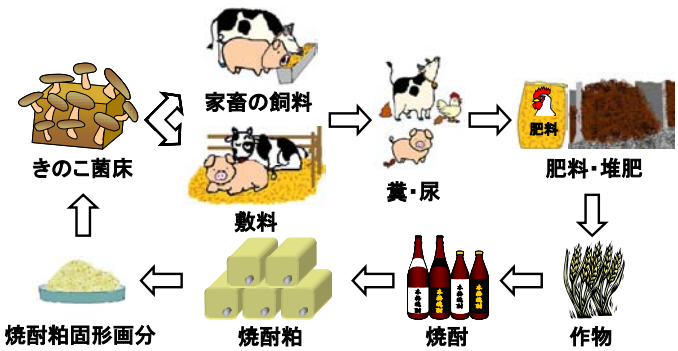
このため焼酎粕は、スクリューデカンター型（大型の遠心分離機）の固液分離装置で固形画分、液画分に分離され、固形画分については乾燥後、肥料・飼料として利用されている。液画分については、生物処理過程（嫌気性メタン発酵処理法）で発生するメタンガスを効率良く回収し、固形画分の乾燥熱源に利用する方法が適用されている。しかし、生物処理は維持管理、コスト面等の問題はあるが、焼酎粕の90%以上は水分であることから、焼酎粕を陸上で効果的に処理するためには必ず生物処理は必要となる。一方、焼却処理も維持管理、コスト面等の問題があり、さらに農作物からの副産物である焼酎粕を焼却により消滅させることは、有効資源の未利用の点で望ましくない。これらのことから、上述したスクリューデカンター型による固液分離処理に依存せねばならないが、固形画分を価格の安い肥料・飼料として活用するだけでは、処理設備にかかるコストを差し引いた場合、赤字にならざるを得ないのが実状である。よって、焼酎粕を原料とした付加価値のある新たな製品を生み出す方法の開発が必要である。

焼酎粕は穀類、芋（甘藷）類等農産物からの副産物であり、栄養価、安全性の高い食品産業廃棄物である。このことから、直接、肥料・飼料として利用するのではなく、これを原料に付加価値のある食品を新たに作り出すことは最も高度な有効利用法であると考えた。焼酎粕は炭素源として有機酸類やアミノ酸類を多く含むことから、著者らは焼酎粕の固形画分を菌床とし、きのこを栽培することを試みた。過去に、焼酎粕（現物）を菌床とし、きのこを栽培する研究が行われたことはあったが、焼酎粕には数%のアルコールが含まれていることから菌糸の生長を阻害すること、水分が多いことから菌床を均一に混合すること、大量に焼酎粕を利用できないこと、焼酎粕（現物）の長期保存が難しいこと等の問題により、製品開発まで至っていない。

本研究では、焼酎粕の固形画分をきのこ生産の原料に用いる環境保全型・高度循環システムを開発することを目的に、ここでは焼酎粕の固形画分からきのこを栽培することが可能か検討した。

2. 焼酎蒸留粕の資源循環システム

焼酎粕をきのこ菌床に活用することで肥料・飼料よりも高度な利用が可能と考えられる。図－1 に焼酎粕の資源循環システムのフローを示す。これによると、固液分離後の焼酎粕はメタンガスで乾燥され、粉末の固形画分となる。その固形画分をまず、きのこ菌床に利用し、有価物（きのこ）を得る。きのこ栽培後に発生する廃菌床は家畜の飼料や敷料として活用後、肥料化（堆肥化）する。この肥料を穀類や甘藷の栽培に利用し、焼酎を製造する。その製造過程で生じた焼酎粕が再び、きのこ菌床として生まれ変わる。このような資源循環システムを構築することが可能と考えられる。



図－1 焼酎粕固形画分の資源循環システム

【キーワード】焼酎蒸留粕，きのこ菌床，有効利用
【連絡先】〒899-5193 鹿児島県姶良郡隼人町真孝1460-1 鹿児島工業高等専門学校 土木工学科 山内正仁

3. 実験方法

3.1 菌床作製

本研究ではS酒造組合産の甘藷乾燥固形物（含水率10%）と針葉樹おが屑（約6ヶ月間加水堆積）、竹炭、貝化石、チアミンを表－1の配合で混ぜたものを菌床栽培用袋（ポリエチレン製）に充填し、栽培に用いた（菌床重量2kg）。充填後、高圧滅菌釜を120℃にセットし、3時間、菌床の滅菌処理を行った。その後、菌床の温度を室温まで下げ、クリーンルームで種菌（ブナシメジKM1号：加川椎茸（株））を接種した。接種後、設定温度21℃の培養室で培養した。培養期間終了後、袋の上部だけを破り、設定温度16℃、湿度90%の発生室に菌床を移し、芽だしを行い子実体（きのこ本体）の形成を行った。なお本実験ではA社の菌床（含水率65%、pH5.07）をBL（ブランク）として用いた。

3.2 調査・分析方法

ブナシメジ菌糸の生長過程を調査するために、栽培開始後15日目に菌床の写真を撮影した。また、芽だし5～7日後にきのこを採取し、重量を測定した。さらに、ブナシメジの成分分析を行い、五訂食品成分表[1]と比較した。

表－1 菌床組成

菌床材料	重量%（乾物）
甘藷焼酎粕固形物	60%
針葉樹おが屑	32%
竹炭	4%
貝化石	4%
チアミン	0.01%

含水率58%, pH5.63

4. 実験結果と考察

図－1に栽培15日目のきのこ菌床の写真を示す。BLでは菌床上部に一部菌糸の生長が見られる程度であったが、焼酎粕を用いた菌床（以下、焼酎粕菌床）では菌糸の生長が非常に早く、菌床半分を覆った状態であった（菌床の白色部分が菌糸）。その後も、焼酎粕菌床では菌糸の生長が早く、栽培29日目には菌糸が菌床全体を覆い、原基形成が見られたため、菌床を発生室に移し、芽だしを行い、ブナシメジを発生させた。

BL　　焼酎粕

図－1 栽培15日目のきのこ菌床

図－2に栽培34日目のブナシメジの写真を示す。ブナシメジは菌床表面全体から発生し、収量は571g（現物）であった。一般的に収量は、菌床重量の15～20%程度であるが、本実験での収量は、焼酎粕菌床重量の28.6%と多かった。BLは、栽培50日目に芽だしを行い、栽培56日目にブナシメジを回収した。収量は350g（現物）であった。このことから、きのこ菌床に焼酎粕の固形画分を利用することで、きのこの栽培期間を短縮できると同時に、収量を増加させることができると考えられる。

図－2 焼酎粕菌床で発生したブナシメジ（栽培34日目）

表－2に五訂食品成分表[1]（以下、五訂表）に記載されているブナシメジと、本実験で収穫したブナシメジの成分比較を示す。焼酎粕菌床で栽培したブナシメジは、蛋白質量、炭水化物量が五訂表のブナシメジのそれぞれ2倍、0.7倍であった。これは、焼酎粕に含まれるアミノ酸類を、ブナシメジが過剰に吸収したため、相対的に炭水化物量が減少したと考えられる。

表－3に蛋白質の成分を明らかにするため、アミノ酸類を分析した結果を示す。焼酎粕菌床で栽培したブナシメジは、他のきのこ類と比べ、18種のアミノ酸すべての含有量が多く、特に旨味成分の1つであるグルタミン酸(Glu)が多かった。必須・準必須アミノ酸類を多く含むため、焼酎粕菌床から付加価値のある食品ができることが明らかとなった。

表－2 ブナシメジの成分（可食部100g当たり）[1]

	エネルギー	水分	蛋白質	脂質	炭水化物	灰分	P	K	Na	Ca	Fe	ビタミンB_1	ビタミンB_2
	kJ	%	g				mg					mg	
ブナシメジ（焼酎粕）	75	90.5	5.2	0.3	3.3	0.7	121	316	2.8	1	0.75	0.29	0.36
ブナシメジ（五訂表）	75	90.8	2.7	0.6	5.0	0.9	100	380	3	1	0.4	0.16	0.16

表－3 きのこ類に含まれるアミノ酸組成（可食部100g当たり(mg)）[1]

	必須								準必須		非必須							
	Leu	Ile	Val	Met	Thr	Trp	Phe	Lys	His	Arg	Gly	Ser	Glu	Pro	Tyr	Cys	Ala	Asp
ブナシメジ（焼酎粕）	222	138	175	48	179	55	147	199	102	227	164	175	585	135	133	44	297	290
生シイタケ	100	64	76	24	74	22	63	94	38	86	76	68	320	56	36	33	99	130
エノキタケ	140	86	110	27	94	33	88	140	76	96	98	81	320	79	70	32	150	150
ナメコ	68	44	52	14	47	11	37	52	25	45	47	39	110	43	19	13	73	77

注）五訂表にブナシメジのアミノ酸組成については記載されていなかったため，他のキノコ類を参考に示した。

5. おわりに

本研究では、焼酎粕の固形画分を主原料としたきのこ菌床を開発し、ブナシメジの栽培を行い、以下の知見が得られた。1）焼酎粕菌床でキノコを栽培することが可能であり、従来のきのこ菌床（BL）に比べ、栽培期間を約半分に短縮することができた。2）1回目の発生で、従来のきのこ菌床の1.6倍の収量（571g）を得ることができた。3）焼酎粕菌床で栽培したブナシメジは、必須・準必須アミノ酸類を多く含むため、焼酎粕菌床から付加価値のある食品ができることが明らかとなった。今後は、菌床組成（焼酎粕の添加量）を変化させ、発生する子実体の質を制御できるか検討したい。

【参考文献】1）第一出版編集部 編；五訂食品成分表，第一出版（2001）