

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン

— 未利用資源堆肥化解説書 —

焼酎粕編



長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会

—平成14年3月—

## はじめに

産業廃棄物の資源化推進を目的として、平成9年度に発足した、長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会では、農作物に対して安全で、土壌づくりに適し、環境にやさしい、廃棄物の堆肥化に関する研究・技術開発に民間、研究機関及び大学等が共同して取り組んでまいりました。

これまで、家畜ふん（牛・豚）の堆肥化に関する研究・技術開発を進め、その成果を「長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン - 未使用資源堆肥化解説書（畜ふん編）」として冊子にまとめ、平成9年度に公表いたしました。さらに、平成10年度は、本県における産業廃棄物として無視できない排出量を占める汚泥について、その堆肥化の研究開発を実施し、その成果を、上述の畜ふん同様に「同ガイドライン - 同解説書（汚泥編）」として冊子にまとめ公表しました。両冊子ともに広く活用され、堆肥製造の技術解説書として好評を博しているところでございます。

平成11年度は、緊急性を要し、処理技術等が難しいとされている焼酎粕の堆肥化を課題として、その研究・技術開発に取り組んでまいりました。

それは、ロンドン条約の関係によって、近い将来に有機性物質の海洋投入処分が全面禁止となり、焼酎粕も、その海洋投入処分禁止の対象物となることから、有効利用法を含めた低コストの処理方法を、緊急に見いだすことが必要となったからです。

本県における平成10年の焼酎粕発生量は、約2,800トンで、その45%が海洋投入、37%が肥料、18%が飼料として処理されています。従って、現在、海洋投入処理分の焼酎粕は、堆肥化への技術開発等を進め、農作物に対して安全な肥料として農地に還元することなどが、強く求められています。

焼酎粕は、特殊肥料として農地還元もされていますが、そのまま多量に使用すると、作物障害、悪臭の発生及び地下水汚染等の原因ともなり、また、家畜の飼料としては、家畜頭数や肉質への影響等も関係して多量の処理が望めない状況であります。

この様なことから、本検討委員会では過去2年間、研究してきた家畜ふん及び食品汚泥の堆肥化処理技術を応用して、焼酎粕の堆肥化に取り組みました。

本冊子は、その研究成果を「長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン - 未利用資源堆肥化解説書（焼酎粕編）」としてまとめたものであります。

この冊子が、畜ふん編、汚泥編と同様に広く関係者に有効に活用いただければ幸いに存じます。

平成14年3月

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会  
委員長 玉利 正人(長崎大学教授 農学博士)

# 目 次

第1章 解説編.....	2
第1節 ガイドライン作成の目的.....	2
第2節 焼酎粕を発酵処理するためには.....	4
1 焼酎粕を発酵処理するための材料.....	4
2 焼酎粕を発酵処理するための条件.....	7
3 焼酎粕を発酵処理する作業工程.....	8
4 焼酎粕を発酵処理する時の留意点.....	11
第3節 焼酎粕堆肥化事例.....	15
第2章 資料編.....	21
第1節 焼酎粕の発酵処理実証試験の設定.....	21
第2節 平成12年実証試験.....	23
第3節 平成13年実証試験.....	30
第4節 参考資料.....	35
1 肥料取締法の仕組み.....	35
2 焼酎の製造工程と長崎県の焼酎の出荷量.....	36
3 長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会 - 焼酎粕編 - .....	37

# 第1章 解説編

## 第1節 ガイドライン作成の目的

現在、県内の焼酎粕の発生量は約2,800m<sup>3</sup>で、その大半が、海洋投棄又は農地還元によって処分されている。

しかし、有機性物質の海洋投棄処分は1990年に締結されたロンドン条約会議において、産業廃棄物海洋投棄禁止法が採択され、近い将来に全面禁止される方向である。

本来焼酎粕には肥料成分が含まれており、特殊肥料として指定されていることから、直接農地還元することも可能である。しかし、焼酎粕は一時期に集中して多量に排出されるために、限られた圃場で集中して施用すると作物障害や悪臭の発生及び地下水汚染等の問題を引き起こす可能性がある。

また、他の再利用方法として、家畜飼料として利用する例もあるが、水分が多いことや農家が保有する家畜頭数によって、その処理量が大きく左右されること等から多量の処理は期待できない。

このような状況下、活性汚泥処理法、焼却処理法等のプラント処理が研究開発されているが、設備費が高価であるため、零細企業単独で取り組むには、多くの課題を残している。

更に、循環型社会の構築が提唱されている今日、多くのエネルギーを要し、限りある資源を有効活用できない処理は、望まれていないのが現状である。

現在行われている焼酎粕の処理方法及びその特徴については図1.1.1と表1.1.1に示したとおりで、各方法とも一長一短があり、一概にどの処理方法が一番優れているとは言い難い。しかし、焼酎製造業者の経済力や地域特性等を考慮すると、適用可能な処理方法は必然的に限られてくる。また、長崎県には、大規模な焼酎製造業者は無く、最も大きい酒造工場であってもその排出量は日量10m<sup>3</sup>以下である。

よって、長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会では、県内企業の実状から設備費と維持費が少ない簡易発酵処理が、本県に最も適していると考え、本解説書を編纂した。

本書では、低コストで海洋投棄処分に替わる比較的簡易な方法として、焼酎粕に含まれる過剰な水分を、微生物の発酵熱によって蒸散処理することを主目的とした方法を解説する。なお、本書を読むにあたっては、過去に発行した「未利用資源堆肥化解説書(畜ふん編)」<sup>1)</sup>と「未利用資源堆肥化解説書(污泥編)」<sup>2)</sup>の2冊を参考にしながら読み進めてもらいたい。

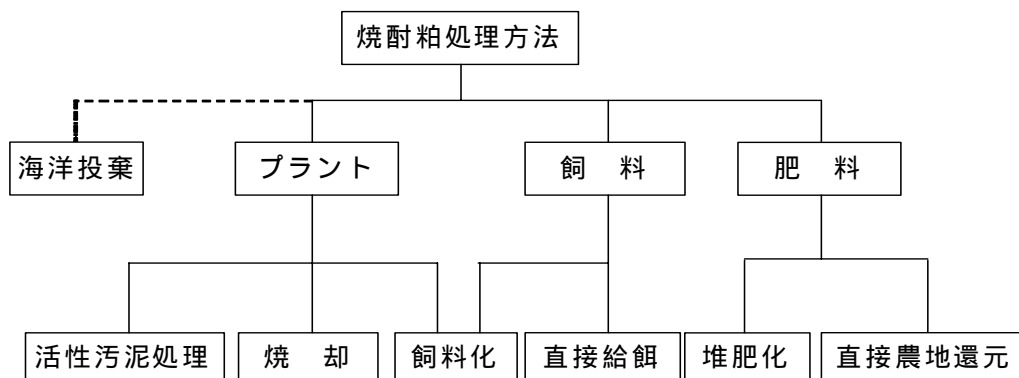


図1.1.1 焼酎粕の処理方法

表1.1.1 九州地区の焼酎粕処理状況（平成10酒造年度）<sup>3)</sup> (単位:kℓ)

県別	焼酎粕総量		処理区分			
			海洋投棄	肥料	飼料	その他
福岡	21,464	5.1%	7,743 36.1%	112 0.5%	11,260 52.5%	2,349 10.9%
佐賀	1,039	0.2%	0 0.0%	1 0.1%	84 8.1%	954 91.8%
長崎	2,829	0.7%	1,274 45.0%	1,035 36.6%	496 17.5%	24 0.8%
熊本	24,886	5.9%	9,661 38.8%	717 2.9%	6,350 25.5%	8,203 33.0%
大分	57,938	13.7%	12,860 22.2%	3,943 6.8%	40,673 70.2%	462 0.8%
鹿児島	212,326	50.3%	103,355 48.7%	47,906 22.6%	13,347 6.3%	47,718 22.5%
宮崎	101,574	24.1%	8,827 8.7%	50,150 49.4%	9,757 9.6%	32,840 32.3%
合計	422,056	100.0%	143,720 34.1%	103,864 24.6%	81,922 19.4%	92,550 21.9%

表1.1.2 焼酎粕の処理方法の特徴について<sup>4)</sup>

分類	処理方法	設備費	維持費	労力	適用範囲	必要敷地	必要期間	応用性・問題点・備考	
肥料・堆肥	簡易発酵処理	発酵・蒸発	小	小	大	小	中～大	長	大きな労力を要し、処理能力が低い 他の有機性廃棄物との混合処理が可能 臭気の問題・製造堆肥の利用先の検討
	連続攪拌式発酵処理	発酵・蒸発	中	中	小	中～大	中～大	長	処理能力が高い
	農地還元	農地還元	小	小	大	小～中	大	長	適切な施肥技術が必須 農家との連携が必須 臭気の問題
飼料	家畜給餌	直接給餌	小	小	小	-	-	-	処理量が低い(1頭/日あたり約5kg) 畜産農家との連携が必須
プラント	飼料化	濃縮・乾燥	中～大	中～大	小	小～大	中	短	処理量は家畜頭数に比例する
	焼却処理	直接焼却	大	中～大	小	大	中	短	設備費が非常に高価 ダイオキシン問題 焼却灰の処理が別途必要になる
	生物学的廃水処理	好気処理 嫌気処理	大	中～大	中	中～大	中～大	中	施設規模が大きい 余剰汚泥の処理が別途必要 高度な維持管理技術が必要

参考文献

- 1)長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン 堆肥化解説書-畜ふん編-(1998) 長崎県衛生公害研究所
- 2)長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン 堆肥化解説書-汚泥編-(1999) 長崎県衛生公害研究所
- 3)九州本格焼酎協同組合資料(1999)
- 4)宮田智:産業戦略研究レポート(1998) 三菱総合研究所

## 第2節 焼酎粕を発酵処理するためには

### 1 焼酎粕を発酵処理するための材料

#### 1 - 1 焼酎粕

いわゆる焼酎粕とは、乙類焼酎の蒸留過程で発生する余剰廃液である。その成分は、原料の種類や蒸留方法によって異なるが、水分90%以上の有機性廃液で、窒素含量が非常に多い酸性の懸濁質の廃液である。

焼酎粕は、肥料成分が含まれていることから、生の状態で直接農地に還元することも可能であるが、焼酎粕の発生が一時期に集中しているため、施用期間が限られること、施用直後に作物を栽培すると障害を起こす可能性があること、廃液のままでは施用できる地域が限定され大量の処理は困難であること等の問題がある。

また、飼料としては、水分が多いこと、変質しやすいこと、年間を通じた供給ができないこと、消費量は家畜頭数に依存することから多くの利用は期待できない。これらのことから、将来的に禁止の方向である海洋投棄処分に替わる低コストの堆肥化技術の開発が強く望まれている。

本書で解説する方法は、微生物の働きを利用した堆肥化処理であるが、焼酎粕を単独で発酵処理することは、過剰な水分と高い窒素含量のために非常に困難である。よって、焼酎粕の発酵処理には、水分率と炭素窒素比の調整を行い、好気的な高温発酵を促す必要がある。そのためには、次項に述べる調整材との混合が必要不可欠である。

本書での焼酎粕は、固液分離等の水分除去のための前処理をしないことを前提に記しているが、自社に遠心分離機やプレス機を保有している場合は、それを利用することによって脱水ケーキ状態にすることができる。その場合の堆肥化方法については、平成11年発行の「未利用資源堆肥化解説書(汚泥編)」<sup>2)</sup>を参考に行ってもらいたい。しかし、脱水行程に発生する廃水の処理に別途施設が必要となり、廃水処理の建設費や維持管理の事を考慮すると焼酎粕そのものを直接発酵処理した方が費用は安くなる。

本書で述べる焼酎粕を固液分離せずに利用する場合でも、堆肥化にとって必要以上に含まれる水分は、高温発酵処理の過程を進めることによって蒸散処理することが可能である。また、含有されている固形分は、微生物分解によって堆肥として資源化することができる。更に、焼酎粕の成分は表1.2.1に示したように様々であるが、その種類を問わず堆肥化することができる。



写真1.2.1 焼酎粕

表1.2.1 焼酎粕の分析結果例<sup>5)</sup>

項目	単位	麦焼酎(常圧蒸留)			麦焼酎(減圧蒸留)			芋焼酎		
		最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
BOD	(mg/ ℓ )	61,000	47,000	52,400	93,000	71,000	79,800	42,000	22,000	24,700
COD	(mg/ ℓ )	104,000	93,900	97,200	177,000	113,000	149,000	85,100	45,800	69,000
T-N(D)	(mg/ ℓ )	4,500	4,500	4,500	7,600	4,900	6,100	2,300	1,300	1,800
NH <sub>4</sub> -N(D)	(mg/ ℓ )	770	750	760	1,900	820	1,300	200	130	200
T-P(D)	(mg/ ℓ )	500	480	490	900	580	750	340	240	300
SS	(mg/ ℓ )	33,600	24,700	30,100	79,600	24,600	46,200	50,000	21,400	33,600
pH	-	4.6	3.7	4.0	4.5	3.7	4.1	4.3	3.9	4.2

(D)は溶存態

## 1 - 2 水分と炭素の調整材

焼酎粕の発酵処理を行う際には、その高い水分率の調整が最も重要である。水分の蒸散を主目的とした焼酎粕の堆肥化には、吸水性が低く、通気性に富む植物性資材を用いる必要があり、同時に、焼酎粕に含有されている非常に多い窒素分のため炭素窒素比の調整を行わなければならない。

炭素窒素比の調整は、悪臭の発生を抑制しつつ発酵処理を行うために必須の行程で、その調整には炭素窒素比の高い植物性資材を十分に用いる必要がある。炭素窒素比(C/N比)とは、その材料が含む炭素分(C)と窒素分(N)の相対的な比率を表すもので、もみがら、おがくず、バーク(樹皮)等の炭素窒素比の高い材料を混合することにより、発酵処理の際に問題となるアンモニア等の悪臭の発生を軽減することができる。また、これらは微生物発酵活動の熱源としても利用される。なお、炭素窒素比の計算方法については、参考文献1)、2)の未利用資源堆肥化解説書を参照していただきたい。

炭素窒素比は、おがくず > バーク > もみがら > わらの順に高いが、炭素窒素比の高い副資材は微生物分解されにくい傾向があるので、数年間繰り返し利用して十分に腐熟しなければ圃場には利用できないので留意する必要がある。言い換えると、分解が遅く通気性が保てる副資材は数年度利用できるため、翌年の副資材は減耗分を追加投入することで十分である。

焼酎粕の発酵処理においては、堆肥化プロセスの簡便性、材料の価格、安全性等の利点を考慮して、炭素窒素比調整材として特に「もみがら」を推奨する。もみがらは、珪酸やセルロース等で組成される堅牢で吸水性が低い物質であるため、水分の蒸散を主目的とした堆肥化では最も有用な副資材である。ただし、もみがらの発生量は時期的な偏りがあるので、焼酎粕の発酵処理前に十分な量を確保しておく必要がある。なお、もみがらの組成について表 1.2.2 に示した。

表1.2.2 もみがらの組成分析結果例<sup>6)</sup>

元素組成		成分	
炭素	40%	水分	10%
水素	5%	粗蛋白質	1～3%
酸素	35%	粗脂肪	1%
窒素	0.3%	可溶性無窒素物**	30%
硫黄	0.1%	粗繊維	40%
灰分*	16～20%	灰分*	16～20%

\*灰分中の90～95%は珪酸

\*\*可溶性無窒素物の約20%澱粉



写真1.2.2 もみがら

## 1 - 3 種堆肥

堆肥作りの基本は、微生物による有機物の分解であることから、多様な微生物の存在が必要であり、かつ、それらの微生物を堆肥材料に供給することが不可欠である。

種堆肥は、あらかじめ良質な完熟堆肥や中熟堆肥がある場合には、これを利用する。それがない場合は、石、礫等を含まない土や市販の有機性堆肥を微生物源として利用することもできる。いずれにしても一度、微生物発酵による堆肥化を始めれば、次回からの種堆肥は、前回の発酵処理物の10%以上を種堆肥として用いればよい。



写真1.2.3 豚ふん完熟堆肥



## 1 - 4 発酵促進材

前述した焼酎粕、もみがら、種堆肥の3種の材料を用いて、初めて堆肥化に取り組んだ場合、生のもみぐらは分解されにくく、かつ、撥水性があるため、発酵初期の温度上昇が立ち遅れる場合がある。

この初期段階における発酵熱の上昇を促すには、米ぬか、鶏ふん等の易分解性材料を添加することで容易となる。これらの発酵促進材の使用量は、堆肥材料全体の1%が目安であるが、生のもみぐらを多く混合した場合は、若干多く使用した方がよい。しかし、微生物による発酵活動が活発になれば、あえて発酵促進材を用いなくても良い。ここでは扱い易さ、汚物感等を考慮して発酵促進材として特に「米ぬか」を推奨する。



写真1.2.4 米ぬか

## 1 - 5 pH調整材

堆肥化で働く微生物の至適 pH は中性であるため、pH の低い焼酎粕は、その活動に影響を与える可能性がある。しかし、その酸度の原因のクエン酸は、良好な堆肥化過程では分解され堆積物の pH は中性～アルカリ性に推移することになる。従って本法では、特に pH 調整材は使用しない。

ただし、堆積後数日経過しても堆積温度が上昇しない場合は、水分の調整と通気性の改善を図ることと同時に pH の確認を行い、酸性になっている場合は石灰等を混合して pH の調整を行うと好転する場合がある。



写真1.2.5 石灰の混合事例

## 1 - 6 その他の有機質材料

堆肥の製造は、焼酎粕、もみがら等の炭素率・水分調整材、種堆肥の3つが揃えば十分であるが、更に圃場での物理性の改善、微生物相の改善、微量元素も含めた肥料成分の改善を図るためには、その他の有機質材料を付加することによって肥料成分をより多様化することが可能である。

具体的には、畜ふん、生ゴミ、調理残滓、雑草、樹木の剪定くず等がその他の有機質材料として挙げられる。これらのうち手間と費用がかからず利用できるものがあれば堆肥材料として利用することを推奨する。ただし、有機性汚泥を混合する場合は、重金属類が混入していないことを確認すること、また、生ゴミを混入する場合は、塩分濃度が高くなることもあるので留意しなければならない。



写真1.2.6 生ゴミ



## 2 焼酎粕を発酵処理するための条件

### 2 - 1 水分調整

堆積物内部で発酵反応を担っている微生物が活発に働くためには、水分の調整がきわめて重要な要素となる。堆積物の水分が60%を超えると通気性が低下して嫌気腐敗分解を起こし、悪臭物質が発生しやすくなる。逆に、水分が40%を下回ると微生物の活動が抑制され、堆肥原料の分解が進まない。よって、堆積物の水分は40~60%の範囲に調整しなければならない。特に焼酎粕のような水分90%を超える材料を堆肥化する場合は、微生物分解が適正に進行する水分量に調整するために、水分の含有量の少ない調整材が大量に必要となる。

本書で解説する簡易発酵処理では、あらかじめ堆積しておいた大量の水分調整材に、焼酎粕を毎日適量散布する。従って、適正量の水分調整材が堆積されていて、焼酎粕の散布が均一に行われていれば、初期の段階では水分過剰になることはありえない。焼酎粕の散布により堆積物の水分が40~60%になった段階で、微生物分解が進行して堆積物中の温度が上昇し、水分の蒸散も開始される。実際には、焼酎粕の散布が堆積物中で完全に均一になることは無く、部分的に適正水分に達したところから微生物分解が進行するため、部分的な温度上昇が認められる。

今回の処理法における水分調整は、発酵熱を利用した水分蒸散量に等しい量の水分を、焼酎粕を散布することで補う、という考え方である。

水分調整材として本書で推奨しているもみがらは水分を含みにくい材料である。もみがらを使った焼酎粕の発酵処理においては、堆積物の水分は60%以上にはならず、散布量が多すぎる場合には過剰な水分が堆積物から漏出することになる。堆積物からの水分の漏出があった場合には、焼酎粕の投入量を減らす必要がある。表1.2.3に各種堆肥材料の成分分析例を示した。

表1.2.3 各種堆肥材料の分析結果例<sup>6)7)8)9)</sup>

材料名 単位	炭素率 -	炭素 (乾物%)	窒素 (乾物%)	リン酸 (乾物%)	カリウム (乾物%)	苦土 (乾物%)	石灰 (乾物%)	水分 (現物%)
焼酎粕	8~15	25~40	3.0~5.0	1.0~2.0	4.0~5.0	0.3~0.5	0.5~1.0	約90
汚泥	4~11	35~70	5.0~9.8	1.7~6.8	0.5~2.1	~	~	約85
牛ふん	15~20	40~45	2.0~2.5	2.0~2.5	1.5~2.0	0.5~1.0	1.5~2.0	約80
豚ふん	10~15	40~45	3.0~4.0	5.0~6.0	1.5~2.0	1.0~1.5	4.0~4.5	約70
鶏ふん	6~10	35~40	5.0~6.0	6.0~7.0	3.0~4.0	1.0~1.5	10~15	約65
稲わら	50~60	35~40	0.5~1.0	0.2~0.5	2.0~2.5	0.2	0.5	約10
麦わら	60~70	40~45	0.5~1.0	0.1~0.3	2.0~2.5	0.2	0.5	約10
もみがら	70~80	35~40	0.3~0.5	0.1~0.3	0.5	0.1	0.1	約10
パーク	500	45~50	0.0~0.1	0.1~0.2	3.0~4.0	0.1~0.2	2.0~2.5	約30
おがくず	500	45~50	0.0~0.1	0.0~0.1	0.1~0.2	0.1~0.2	0.3~0.5	約10

### 2 - 2 炭素窒素比の調整

焼酎粕の発酵処理を行う際に、アンモニア等の悪臭物質の発生を防ぎつつ、有機質の分解が進んだ高品質の堆肥を作るには、炭素窒素比の調整が必要である。しかしながら、水分が著しく多い焼酎粕を各材料に混合調整する際には、炭素窒素比の調整よりも水分調整を優先する必要がある。そのため、もみがらを分解するために必要となる窒素分(焼酎粕)を一度の仕込みで与えることができない。換言すれば、もみがらは数年に渡って

繰り返し焼酎粕と混合し、発酵を繰り返さないと完熟できない。数年に渡る発酵分解により、もみがらの色は黒味を増し、繊維質が分解されて炭素分が消費される。

即ち、本書で解説する焼酎粕の発酵処理法においては、新しいもみがらを使用している時には炭素窒素比の低下による悪臭発生を心配する必要はないが、数年使用したもみがらを使用する時には炭素窒素比の低下に注意する必要がある。また、得られた発酵処理物を堆肥として使用する場合には、もみがらの腐熟度を確認する必要がある。

## 2 - 3 材料の十分な混合

有機質を微生物で分解する際には、概ね全般に渡り堆積物中の水分率や炭素窒素比が適切な範囲内に保たれ、かつ微生物が十分に分散されていなければならない。従って、各材料を十分に混合した状態で堆肥化を開始し、更に発酵過程中には切り返しが必要となる。切り返しは、堆積物中の均一な発酵反応の進行と、新しい固体表面と菌体の接触の機会を高めて、堆肥化速度を増すのに有効な役割を果たす。

混合方法は現場によって様々であるが、スコップ等の用具で人力によって混合する方法、農家で用いる管理機で混合する方法、パワーショベルやボブキャット等の移動用機械を用いる方法等、それぞれの事業所で可能な方法で実施する。



写真1.2.7 ショベルローダでの混合

## 3 焼酎粕を発酵処理する作業工程

### 3 - 1 作業工程概要

本書では、多少の作業を要するが、できるだけ簡易な施設で、低ランニングコストで堆肥化する方法について解説する。利用する堆肥舎は、畜産農家が一般的に使用している簡易堆肥舎で、焼酎粕1m<sup>3</sup>を連日堆肥化するために必要な堆肥舎の面積は、余裕をみて約100m<sup>2</sup>である。そこに、もみがら等の調整材を山積みし、その上から焼酎粕を連日散布する。

適切な条件を整えると、高温微生物の働きによって発酵熱が発生し、焼酎粕の過剰な水分を蒸散処理できる。ただし、焼酎粕をもみがらに散布するだけでは固形分が上面部に蓄積するので、散布の都度スコップ等で上面部を混合しなければならない。

また、長期間に渡り焼酎粕を散布し続けるだけでは、堆積層の水分と固形分は均一ではなくなるため、適切な間隔で切り返しを実施する必要がある。焼酎粕を発酵処理する場合のフローを図 1.2.1 に示した。

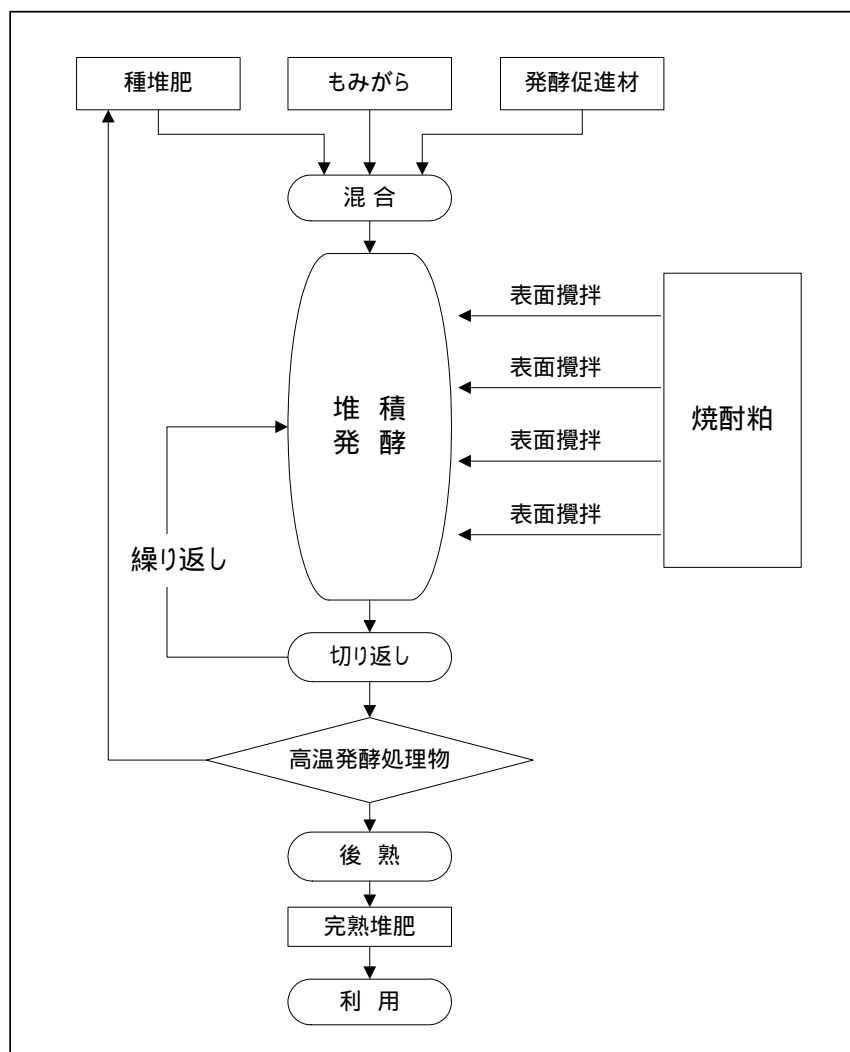


図1.2.1 焼酎粕発酵処理フロー

### 3 - 2 もみがらと種堆肥の混合

もみがらは、トラック等で搬入する度に堆肥舎に積み込み、作業効率や通気性を考慮して、最終的には1.5m～2.0m程度の高さに堆積する。そして、焼酎粕の散布を開始する前に、微生物源として完熟堆肥又は土等を混合する。また、発酵の立ち上がりが心配な場合は、更に発酵促進材として米ぬか等を混合する。この作業では、各材料が均一に分散するよう努める。

また、これらの副資材の収集期間にもみがらを野ざらしで保管する場合は、風による飛散及び雨水の侵入を防ぐため、ビニールシート等で覆う必要がある。もみがらは、地域によって発生する時期が異なるので、発酵処理を開始する前に十分な量を確保しておく必要がある。

焼酎粕の発生が終了し、発酵処理を経たもみがらを出荷する場合は、全体量の1割程度を次回の種堆肥として保管しておかなければならない。しかし、この時、もみがら等の調整材が十分に腐熟していない場合は、その全量を更に発酵処理に利用して炭素窒素比の低減を図らなければならない。この場合の翌年度の調整材は、微生物分解又は圧密等によって減容化した容量を追加補充すればよい。換言するともみがらは数年利用することが可能であり、もみがらの購入コスト面から考慮すると好都合である。しかし、堆肥の生産性はよくないことになる。

### 3 - 3 焼酎粕の散布混合

排出される焼酎粕は、トラックのタンク等に移し、あらかじめ準備しておいたもみがら等の混合物の上面部に、広範囲かつ均等に散布するよう心がける。散布後は、上面部に蓄積する焼酎粕の固形分をレーキやスコップを用いて、もみがら等と十分に混合する作業が欠かせない。本法で特に留意すべきことは、堆積容量に対し過剰な量を散布しないことである。前述したように、堆肥を作る時の適正な水分率は40～60%であり、水分率が60%を超えてしまうと発酵が順調に進まず、むしろ腐敗して悪臭問題を引き起こす原因となる。また、底面から余剰水分が漏出する恐れがある。

そのため、適正な水分を保ちつつ良好な発酵を続けるためには、1日に排出される焼酎粕の処理に十分な面積の堆肥舎を確保して、区分けして順次散布した方がよい。水分管理が適正であれば、散布開始から3～5日後には、堆積物内部温度は70℃程度に上昇するので、これを目安とし、そうでない場合は、まず水分率が適正であるか検討する。この方法での焼酎粕の散布量は、1日にその堆肥舎で蒸散させることのできる水分量を超えないことが鉄則である。



写真1.2.8 焼酎粕の運搬



写真1.2.9 焼酎粕の散布

### 3 - 4 切り返し

焼酎粕の散布を開始して2週間ほど経過すると、堆積物上面部に、焼酎粕の固形分が蓄積することによって、水分の透過性が悪くなり、堆積物上面部の炭素窒素比が適正值より低下し、アンモニア等の悪臭が発生し易い状態になる。このような状態になる前に、全面切り返しを行う。この切り返しの意図は、焼酎粕の水分と固形分の十分な混合である。また、発酵が順調である場合、この切り返し作業によって水分は効率良く蒸散する。ただし、同時に臭気成分も多量に拡散するので、周囲の状況に十分留意しなければならない。切り返し頻度は、少なくとも1週間に1回は実施することが望ましい。



写真1.2.10 スコップによる混合

### 3 - 5 腐熟度判定

もみがらと焼酎粕の堆肥化を行った後、得られた発酵処理物を圃場で施用する場合には、その腐熟度を適切に判断しなければならない。そもそも、もみがらは珪酸を多く含み構造が堅固であることと空隙率が高いことが、水分の蒸散を主目的とした堆肥化には有利に働くことになる。しかし、その物性によって微生物分解を受けにくい傾向があり、堆肥の生産性からみると不利な資材である。よって、焼酎粕の発酵処理に用いたもみがらは、数

年に渡って繰り返し発酵処理を行う必要がある。

もみがらの色は、発酵処理を受けるに従って次第に黒くなり、繊維質が分解されて腐熟されていく。現場でその腐熟度を確認する方法としては、水に浸してみてもみらが浮かばないようであれば、ある程度分解されていると考えられ、更に手で容易に崩れる状態になることが望ましい。

しかし、実際に製品を施用する場合には炭素窒素比の分析を行い、その値を確認する必要がある。焼酎粕によって発酵処理したもみがらは、炭素窒素比の値が 10 を下回ることを目標として、数シーズンもみがらを利用することが無難である。

### 3 - 6 効率的な水分蒸散のための工夫

この解説書の堆肥化方法は、微生物の発酵熱によって水分を蒸散させるとともに、固形分を堆肥化する方法である。従って、連日散布する焼酎粕の量を増すためには、堆積物からの水分の蒸散量を多くする必要がある。

そのための工夫の一つとして、網目状パイプを通気管として堆積物上面部に突き出るように埋設し、水蒸気の発散を促すことが挙げられる。この通気管を埋設することによって、水分の蒸散を促進することができる。この「蒸気抜き管」は1m 間隔に埋設することが望ましいが、切り返しの時にその撤去と再設置の作業を必要とするので、埋設する本数は、その蒸散効率の向上と設置の手間等を考慮して、各事業所で決めることになる。実証試験では、通称「コルゲート管」と称される直径7cm、長さ2.1mの網状パイプを通気管として30m<sup>2</sup>あたり最大16本設置した。

他の工夫としては、米ぬか等の発酵促進材を仕込み時と切り返し毎に添加することによって、発酵温度を高める方法が挙げられる。焼酎粕ともみがらのみでも70 程度の発酵熱を期待できるが、米ぬかを加えることで、更に温度上昇が図られ、水分の蒸散効率を高めることが可能である。ただし、米ぬかの利用については、費用の増大やもみがらの減耗率を考慮して、各事業所の判断で行うことになる。



写真1.2.11 通気管の設置



写真1.2.12 通気管からの蒸散

## 4 焼酎粕を発酵処理する時の留意点

### 4 - 1 堆肥舎について

堆肥舎は、敷地外に設けることが望ましい。この理由は、工場を微生物によって汚染させないためである。また、堆肥舎は、焼酎粕が地下浸透しないように底面をコンクリート張の構造にすること、雨の降り込みによる水分増加を防ぐために屋根を設けなければならない。



実証試験では、図1.2.2に示した堆肥舎を建設して試験を行った。この堆肥舎は、横巾6m、奥行5m、高さ2mの区画を3連にしたコンクリート製で、屋根は廃材を利用している。この様に区画を設けることによって、容易に堆肥材料を堆積することが可能となり、効率的な切り返しが可能である。また、堆肥舎の周囲には、切り返し時の積み替え場所や切り返しに機械を使用するならば機械の移動スペースを確保する必要がある。散布方法については、上方から、自然流下で行うことができるような構造であれば、電力を必要とすることなく散布できる。

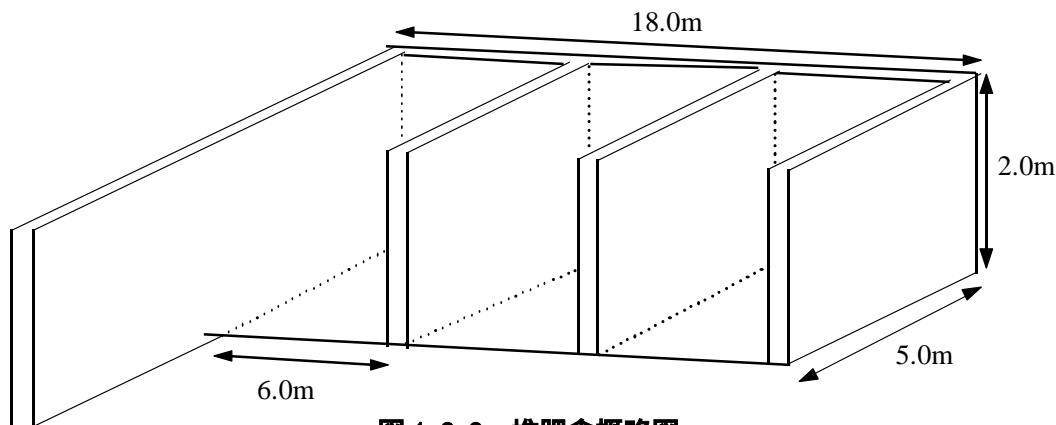


図 1.2.2 堆肥舎概略図



写真1.2.13 堆肥舎前面



写真1.2.14 堆肥舎背面

#### 4 - 2 堆肥の安全性・有効性

堆肥化は有機物を土壌に還元することを目的としているので、施用する堆肥は、植物及び動物ひいてはヒトにとって有害でないことが原則である。

堆肥の品質は原料によってばらつきがあり、農業者等堆肥使用者が品質を識別するために堆肥等の品質表示制度が定められた。必ず表示しなければならない項目は、窒素全量、リン酸全量、カリ全量、炭素窒素比(C/N)の4項目である。銅全量、亜鉛全量、石灰全量、水分含有量は下記で示されている場合のみ表示することとなっている。

窒素全量、炭素全量、リン酸全量、カリ全量、炭素窒素比(C/N)・・・全て明記する。

銅 全 量・・・豚ふんを使用するものであって、現物 1kg あたり 300mg 以上を含有する場合。

亜鉛全量・・・豚ふん又は鶏ふんを使用するものであって、現物 1kg あたり 900mg 以上含有する場合。

石 灰・・・石灰を使用するものであって、現物 1kg あたり 150g 以上含有する場合。

水 分・・・乾物あたりで表示する場合。



病原菌については明確な基準は設けられていないが、堆肥を作る時の発酵熱で病原菌の死滅が期待できるので、堆積期間中に高い温度に保つことが重要である。雑草種子についても病原菌と同様発酵熱で発芽を抑えることが可能である。「堆肥を使ったら雑草が生えてきた」という場合は、発酵温度が十分上がっていなかったことが予想される。

塩分に対する基準はないが、タバコ栽培の例では過度に塩分を含む堆肥は使用できない。施設栽培等の雨よけ条件下における土壌では、塩類の蓄積が問題となっている場合が多いので塩分はなるべく少ない方が望ましい。表 1.2.4 に全国農業協同組合中央会による廃棄物堆肥の推奨基準例を示した。

表1.2.4 廃棄物堆肥の推奨基準例<sup>6)</sup>

	パーク堆肥	下水汚泥堆肥	尿尿汚泥堆肥	食品工業汚泥堆肥	家畜ふん堆肥
有機物(乾物)	70%以上	35%以上	35%以上	40%以上	60%以上
C/N比	40以下	20以下	20以下	10以下	30以下
窒素全量(乾物)	1%以上	1.5%以上	2%以上	2.5%以上	1%以上
無機態窒素(乾物)			2%以上		
リン酸全量(乾物)	25mg/100g以上	2%以上		2%以上	1%以上
カリ全量(乾物)					1%以上
アルカリ分(乾物)		25%以下	25%以下	25%以下	
水分(現物)	60%以下	50%以下	50%以下	50%以下	70%以下
pH(現物)		8.5以下	8.5以下	8.5以下	8.5以下
EC(現物)	3mS/cm以下				5mS/cm以下
CEC(現物)	70meq/100g以上				

共通品質基準

(1)水銀2ppm以下、ヒ素50ppm以下、カドミウム5ppm以下であること。

(2)植物の生育の異常を認めないこと。幼植物試験(コマツナ)により異常の有無を検定することが望ましい。

(3)乾物あたりの銅及び亜鉛の含量がそれぞれ600ppm及び、1800ppm以下であること。

### 4 - 3 法的手続き

焼酎粕を原料とする堆肥(堆積又は混合し、腐熟させたものをいう)を製造し販売する場合は、肥料取締法に基づき県に対し特殊肥料生産業者の届出と肥料販売業務開始の届出をしなければならない。また、品質表示が義務付けられているため、あらかじめ、表示を義務付けられた主要な成分(窒素全量・りん酸全量・カリ全量・炭素窒素比)につき把握する必要がある。なお、届出の手続き方法等については、長崎県農業技術課に相談していただきたい。

一般的に事業所から排出される焼酎粕は産業廃棄物であるため、その取り扱いについては「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(以下「廃掃法」という)を遵守しなければならない。また、焼酎粕等廃棄物の収集運搬については、排出事業者自ら他の場所にトラック等で運搬する場合以外、産業廃棄物収集運搬業の許可を受けた者等廃掃法に規定する者でないと運搬できない。

堆肥化処理については、廃掃法上の処分に該当するため、他人に堆肥化処理を委託する場合、受託者は産業廃棄物処分業者等廃掃法に規定する者でなければならない。ただし、自家処理として堆肥化を行う場合は産業廃棄物処分業の許可は不要である。

産業廃棄物の収集運搬・処分業の許可取得に係る手続きについては、最寄りの県立保健所、長崎県廃棄物・リサイクル対策課あて相談の上、適正な焼酎粕の堆肥化に努めていただきたい。

---

#### 参考文献

- 5)産業廃棄物・再資源化技術ハンドブック編集委員会:産業廃棄物・再資源化技術ハンドブック p319,p769(1993)
- 6)藤原俊六郎・加藤哲朗:図解でベランダ・庭先でコンパクト堆肥(1990)
- 7)(財)食品産業センター:食品製造業排水汚泥の肥効成分(1997)
- 8)(財)農産業振興奨励会:再生有機肥料安定供給推進事業報告書 p39 , p41(1997)
- 9)鹿児島県農政部:焼酎廃液(粕)の農耕地施用のガイドライン(1995)
- 10)農林水産省農蚕園芸局長通達:たい肥等特殊肥料に品質保全推進基準(1994)
- 11)工藤哲三ほか:発酵熱を利用した焼酎粕処理技術の開発,日本醸造学会誌(1999)
- 12)工藤哲三ほか:焼酎蒸留廃液の微生物処理技術の開発,本格焼酎技術開発事業研究成果報告書(1998)
- 13)藤田賢二:コンポスト化技術,技報堂(1993)

### 第3節 焼酎粕堆肥化事例

#### 材 料



写真 1.3.1 焼酎粕



写真 1.3.2 もみがら



写真 1.3.3 種堆肥



写真 1.3.4 米ぬか

#### 写真 1.3.1 焼酎粕

焼酎粕は蒸留器から排出された直後は温かいが、その温度に関係なく堆積物に散布することができる。むしろ、温度が高い方が水分の蒸散には有利である。

#### 写真 1.3.2 もみがら

炭素窒素比、水分調整材として用いる植物性資材は、その地域によって入手できる種類が異なるが、購入価格を考慮して選択する。また、木屑・剪定くず等を用いる場合は、細断して用いる方がよい。

1日あたり1m<sup>3</sup>の焼酎粕を連日散布するためには、もみがら150m<sup>3</sup>を確保しておくことが安全である。

#### 写真 1.3.3 種堆肥

この事例での種堆肥は、初回は豚ふん堆肥を用いた。次年度からは、焼酎粕の堆肥化によって腐熟したもみがらを用いた。

#### 写真 1.3.4 米ぬか

発酵促進材は、主に初めて焼酎粕の堆肥化に取り組むときに用いる。事例では米ぬかを用いたが、他に畜ふん等が利用できる。

## 準備



写真 1.3.5 もみがらの集積



写真 1.3.6 種堆肥の混合



写真 1.3.7 米ぬかの混合



写真 1.3.8 各材料の混合

### 写真1.3.5 もみがらの集積

もみがらは、発酵処理の開始前に必要量を収集しておく。その期間は、雨水による水分の増加と風による飛散等を防止するために、屋根やビニールシートで覆っておく。

### 写真1.3.6 種堆肥の混合

もみがらと種堆肥は十分に混合しておき、必要であれば発酵促進材を混合する。種堆肥は全体の10%を目安として混合する。前年度に発酵処理を経たもみがらを再び用いる場合は、減耗した分のもみがらを追加投入して発酵処理に取り組む。

### 写真1.3.7 米ぬかの混合

初年度の発酵処理の開始時には、米ぬかを堆積物の約1%程度混合して用いた。各材料を均一に混合することが以後の発酵処理を順調に行う秘訣である。

### 写真1.3.8 各材料の混合

米ぬかや畜ふん等の発酵促進材は、容易に分解・腐敗するので、この混合作業は焼酎粕を散布する数日前に行うことが望ましい。

## 散布・混合



写真 1.3.9 排出・運搬



写真 1.3.10 散布



写真 1.3.11 スコップによる混合



写真 1.3.12 固形分の蓄積

### 写真1.3.9 排出・運搬

蒸留器から排出される焼酎粕は、速やかにタンク車に移し堆肥舎まで運搬した。堆肥舎は工場と別敷地であることが、微生物汚染防止のために望ましい。

### 写真1.3.10 散布

堆肥舎に運搬した焼酎粕は、自然流下によってもみがらに散布した。この時、極力均一に散布することを心がけ、散布量は一日に処理できる量を散布する。過剰に散布すると、余剰水分が底面から漏出するおそれがある。

### 写真1.3.11 スコップによる混合

焼酎粕を単に散布しただけでは、それに含まれる固形分が散布箇所へ蓄積し、水分が浸透しにくい状態になるので、スコップ等で上面部を混合する必要がある。この作業は、焼酎粕の散布毎に実施することが望ましい。

### 写真1.3.12 固形分の蓄積

散布後の混合作業を実施しないと、写真1.3.12の様に固形分が蓄積し、効率的な水分の蒸散が妨げられる。また、この状態は臭気の発生面からも好ましくない。



## 切り返し



写真 1.3.13 切り返し



写真 1.3.14 切り返し時の水分蒸散



写真 1.3.15 堆積物の断面



写真 1.3.16 余剰水分の漏出

### 写真1.3.13 切り返し

堆積物の全面切り返しは、重機を用いて1週間毎又は2週間毎に行った。堆肥舎は重機の移動スペースが十分に確保されていると作業が容易である。

### 写真 1.3.14 切り返し時の水分蒸散

切り返し作業時には、大量の水分の蒸散が行われると同時に臭気の拡散も行われるので、周囲の状況に配慮して実施する。

### 写真 1.3.15 堆積物の断面

順調に高温発酵が行われている堆積物の内部は、爆発的な微生物の増殖と分解活動により 80℃ 近くの高温になり、写真のように白く菌叢をみることができる。またこの時、高温部の水分は蒸散して乾燥した状態になる。

### 写真 1.3.16 余剰水分の漏出

1日に発酵処理できる量以上の焼酎粕の散布を行うと、堆積物底部から余剰水分が漏出するおそれがある。よって堆肥舎は、不透水性のコンクリート等で施工する必要がある。また、処理能力以上の焼酎粕を散布してはならない。



## 通気管の設置



写真 1.3.17 通気管の埋設



写真 1.3.18 通気管を設置した試験区



写真 1.3.19 通気管からの蒸散



写真 1.3.20 底面に設置した通気管

### 写真1.3.17 通気管の埋設

水分の蒸散を促すために、切り返しの際に通気管を埋設した。通気管の設置は、切り返し作業効率の妨げとなるが、水分の蒸散効率を高めるには設置した方がよい。

### 写真1.3.18 通気管を設置した試験区

実証試験では、約30m<sup>2</sup>あたり8～16本の通気管を設置した。通気管は網状の直径7cm×長さ2.1mのメッシュ状プラスチックパイプである。

### 写真 1.3.19 通気管からの蒸散

高温発酵期間中の通気管からは、盛んに水蒸気が蒸散した。

### 写真 1.3.20 底面に設置した通気管

堆肥舎の底面に通気管を設置することによって、堆積物底部への空気供給を図ることもできる。もちろん、堆積物にブロー等を用いて強制通気を行い、微生物活動を促すことも可能であるが、事例では自然通気のみで行った。

## 養生・判定・利用



写真 1.3.21 養生



写真 1.3.22 切り返し



写真 1.3.23 判定



写真 1.3.24 利用

### 写真 1.3.21 養生

焼酎の醸造期間が終わり焼酎粕の散布を終えた堆積物は、養生期間を設け更なる発酵を促した。ここでは、堆積物の温度変化を観察しながら発酵と切り返し作業を繰り返すことを約 2 ヶ月間行った。この養生期間によって、堆積物の水分率は低下し、pH は中性に推移した。

### 写真 1.3.22 切り返し

養生期間中の切り返しは、堆積物の温度変化を観察しながら、堆積物の温度が低下するまで適時行った。

### 写真 1.3.23 判定

養生期間を終えた堆積物は、腐熟度の判定を行い今後の取り扱いについて検討する必要がある。その利用方法の一つには、堆肥又は土壤改良材として利用する方法があり、もう一方は、翌年度も再び発酵処理の副資材として利用する方法である。写真 1.3.23 の右は生もみがらで左は発酵処理を経たもみがらである。

### 写真 1.3.24 利用

堆肥又は土壤改良材として利用する場合は、肥料取締法に定められている基準値と肥料成分値の確認を行い、利用先の農家と十分協議して施用しなければならない。また、発酵処理物が十分に腐熟してない場合は、堆肥舎又は倉庫等で保管し、翌年度の副資材として用いることが可能である。その場合は、減耗した分のもみがらを追加投入して利用する。

## 第2章 資料編

### 第1節 焼酎粕の発酵処理実証試験の設定

微生物による発酵熱を利用した焼酎蒸留廃液の蒸散処理及び堆肥化について、F酒造の協力の下、平成12年2月～6月と平成13年2月～6月の2ヶ年度、実証試験を行った。

#### 1 試験項目

焼酎粕の堆肥化期間中は、以下の項目について現場及び試験室(長崎県衛生公害研究所・長崎県工業技術センター)でモニタリング調査を行った。温度は、堆積物上面部から50cm内部を熱伝対温度計によって測定した。また、pH、水分、全炭素、全窒素は、切り返しを行った際に堆積物を十分混合し、その3カ所をサンプリングして分析を行った。

表2.1.1に試験項目を示した。

表2.1.1 試験項目

項目	方法
温度	熱伝対温度計
pH	ガラス電極法
水分	乾燥重量法
全炭素(T-C)	全炭素測定装置
全窒素(T-N)	燃焼 - 赤外線分光法
アンモニア	検知管法
肥料成分含有試験	肥料分析法に準拠
発芽試験	コマツナによる幼植物試験法に準拠

#### 2 実証試験の基本条件

##### 2-1 堆肥舎の構造

試験に使用した堆肥舎の概略図は図2.1.1に示したとおりで、横巾6m×奥行5m×高さ2mのコンクリート製の堆積槽を横に三連にしたものと、木造製の堆肥舎をそれぞれ建設して焼酎粕の発酵処理に用いた。この2つの堆肥化施設の総面積は約300m<sup>2</sup>で、試験には約30m<sup>2</sup>の区画を3つ利用した。

##### 2-2 調整材

堆肥化の副資材としてもみがらを使用した。もみがらは、珪酸やセルロース等で組成されており堅牢で吸水性が低い物質であるため、水分の蒸散を主目的にした堆肥化では有用な副資材である。平成12年の実験では、焼酎粕を微生物発酵するための副資材として、もみがらともみがら堆肥を8:2で混合したものを堆積した。平成13年の実験では、前年の実験で製造したもみがら堆肥と新しいもみがらを1:1で混合したものをを用いて実験を行った。各試験区画に堆積したもみがらの量は約54m<sup>3</sup>である。実証試験に用いた各材料の分析結果を表2.1.2に示した。なお種菌は、前年度の予備実験で製造したもみがらを使用した。

表2.1.2 各材料の分析結果 (水分以外は乾物%)

項目	pH	水分	灰分	全窒素	全炭素	全P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	全K <sub>2</sub> O	Na	CaO	MgO
もみがら堆肥	5.4	42.9	32.2	1.79	32.0	0.44	0.44	0.028	0.029	0.160
生もみがら	7.3	10.8	19.7	0.36	37.8	0.05	0.15	0.024	0.010	0.018
焼酎粕	4.1	91.2	0.4	3.89	48.5	0.07	0.05	0.012	0.010	0.013

##### 2-3 焼酎粕

蒸留器から排出された焼酎粕は、特別な処理を行わないまま、タンク車に移して堆肥舎まで運搬し、自然流下によって堆積したもみがらの上に散布した。焼酎粕を散布すると堆積物の上面部に焼酎粕の固形分が蓄積するので、スコップや耕耘機を用いてもみがらとそれが十分に混合するよう心がけた。表2.1.3に焼酎粕の分析結果を示した。

表2.1.3 焼酎粕の分析結果 (単位:mg/ℓ)(D)は溶存態を表す

項目	BOD	COD	T-N(D)	NO <sub>3</sub> -N(D)	NO <sub>2</sub> -N(D)	NH <sub>4</sub> -N(D)	T-P(D)
結果	50,000	84,000	8,200	32	86	200	1,400

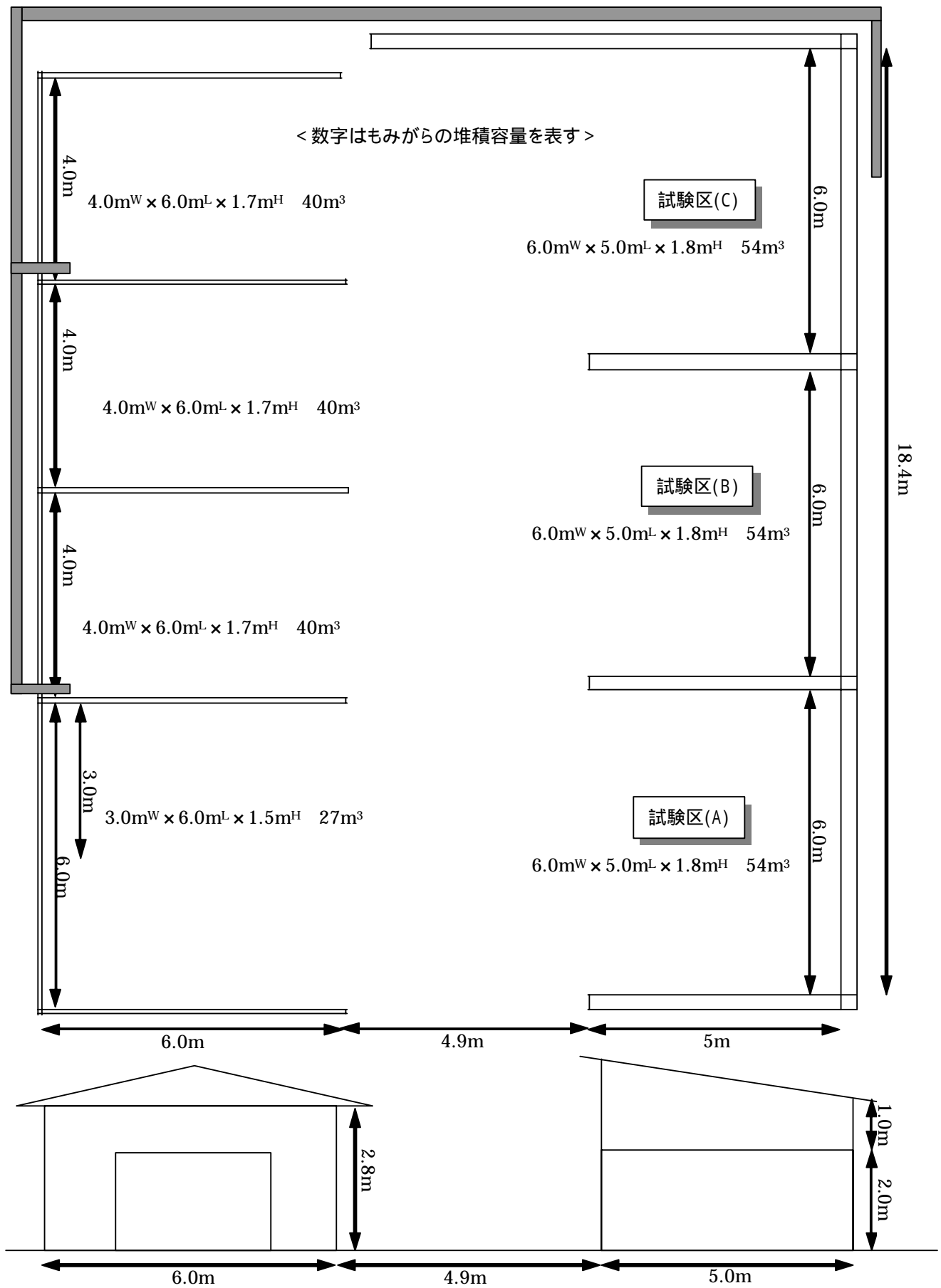


図 2.1.1 実証試験堆肥舎の概略図

## 第2節 平成12年実証試験

### 1 目的

微生物の分解活動に伴う発酵熱により焼酎粕の水分を蒸散処理させる。半連続処理方法について実証試験を行った。今回の試験では、約3ヶ月の醸造期間において、約1.2m<sup>3</sup>/dayの焼酎粕を連日発酵処理することを目的として実験を行った。さらに、低コストでかつ、小規模な事業所でも実施することができる簡易な処理方法の開発を目指した。

### 2 試験方法

平成12年における実証試験は、焼酎粕の散布量と通気管等の構成を変えて、2月6日～4月18日の72日間、焼酎粕の半連続処理を行った。焼酎粕の排出が終了した後は、養生期間として後熟を行った。なお、試験期間中の切り返しは2週間毎に行った。

予備散布期間:2月6日～2月20日(14日間)

第1期実験期間:2月21日～4月3日(42日間)

第2期実験期間:4月4日～4月18日(14日間)

養生期間:4月18日～

#### 2-1 予備散布期間(14日間)

本格的な焼酎粕の堆肥化実験を開始する前に、初めの2週間は特別な試験区を構成せず、単純にもみがらの山に焼酎粕を散布したときの、焼酎粕の発酵状況を確認することにした。図2.2.1に予備散布期間の試験区概略図を示した。

堆肥舎の各区画には、もみがらともみがら堆肥を8:2の割合で混合したものを、約1.8mの高さに約54m<sup>3</sup>堆積し、約1.2m<sup>3</sup>の焼酎粕を1試験区当たり2回/3日間隔で、堆積物の上面部に均一に散布した。このとき、焼酎粕の固形分が堆積物の上面部に蓄積されたので、スコップでそれをもみがらと混ぜ合わせてなじませた。この作業を14日間繰り返して発酵処理を行った。

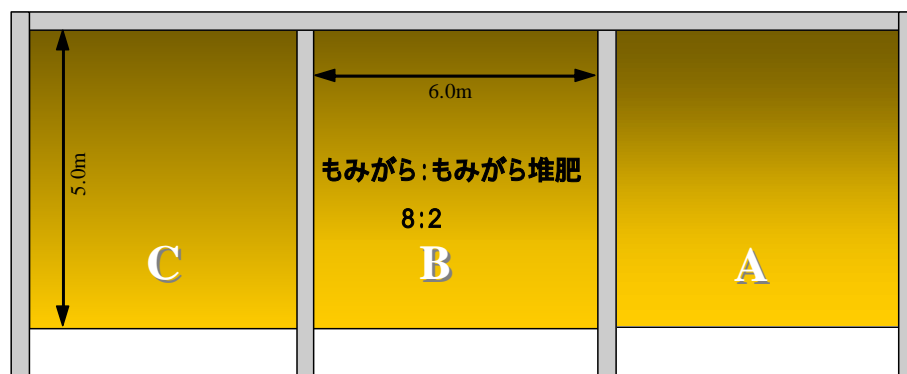


図2.2.1 予備散布期間の試験区概略図

#### 2-2 第1期実験期間(42日間)

焼酎粕の散布を2週間行った試験区の堆積物の温度は、微生物の発酵活動によって約70℃程度に上昇した。そこで、各試験区画の全面切り返しをショベルローダによって行い、図2.2.2に示した試験区A・B・Cを構成した。

試験区Aと試験区Cは、効率的な水分の蒸散と堆積物内部への空気の供給を図るために、通気管を12本設置した。通気管は、直径7cm、長さ2.1mの編み目状のプラスチックパイプで、もみがらの山に垂直に立てた。更

に、試験区Aと試験区Bには、堆積物内部に、横1m×縦2m×高さ0.5mの半円のドラムに無数の穴を空けたものを埋め、そこにできた空間に焼酎粕を流入できるようにビニールパイプを接続した。この工夫は、もみがらの上に溜まる固形分の混合作業を省くためである。

第1期実験期間の焼酎粕の散布方法は、1日に排出される量を3等分した約400ℓを毎日各試験区に散布した。その方法は、試験区AとBには3つの半円ドラムの空際に均等に流し込む方法で行い、試験区Cは、堆積物上面部に均一に焼酎粕を散布した。しかし試験区Cにおいては、焼酎粕を散布しただけでは上面部に溜まる固形分によって、焼酎粕が浸透し難い状態になるので、散布後はスコップでもみがらと混合する作業を行った。この作業を42日間繰り返し、途中2週間毎にショベルローダーにて切り返しを行った。

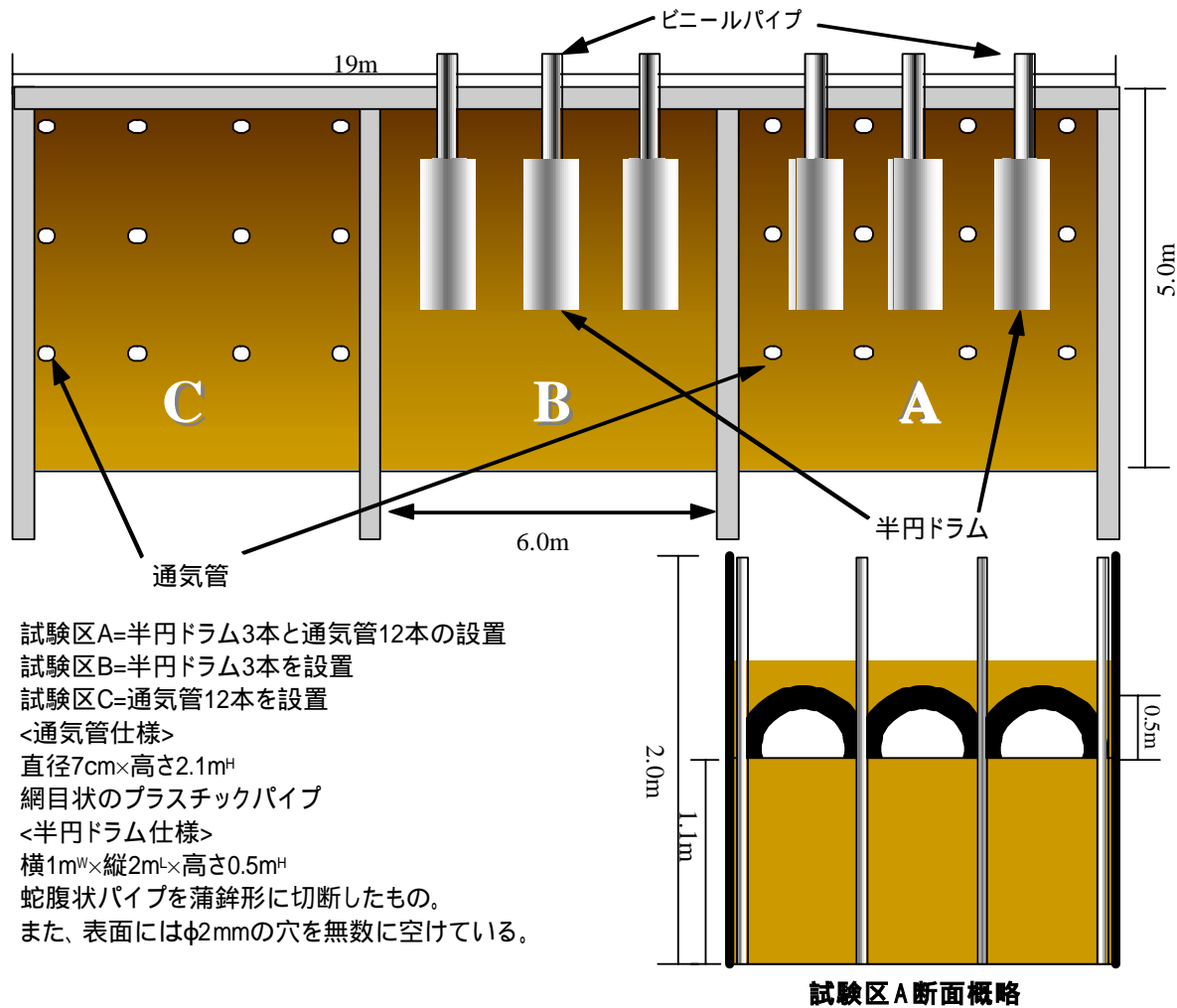


図 2.2.2 第1期実験期間の試験区概略図

### 2-3 第2期実験期間（14日間）

6週間の第1期実験期間では、半円ドラムの設置によって毎日の混合作業を省略することができたが、発酵状況や臭気の面では良好な状態ではなかった。よって試験区の発酵状況を改善する目的と通気管の効果を判断するために、図 2.2.3 に示した試験区構成に変更して実験を行った。この第2期実験期間での試験区Aには通気管や半円ドラムは設置せず、もみがらの上に焼酎粕の散布を行い、試験区Bには8本の通気管を設置し、試験区Cには16本の通気管を設置して14日間試験を行った。なお、散布量は第1期実験期間と同様に連日約400ℓを上面部に散布した。



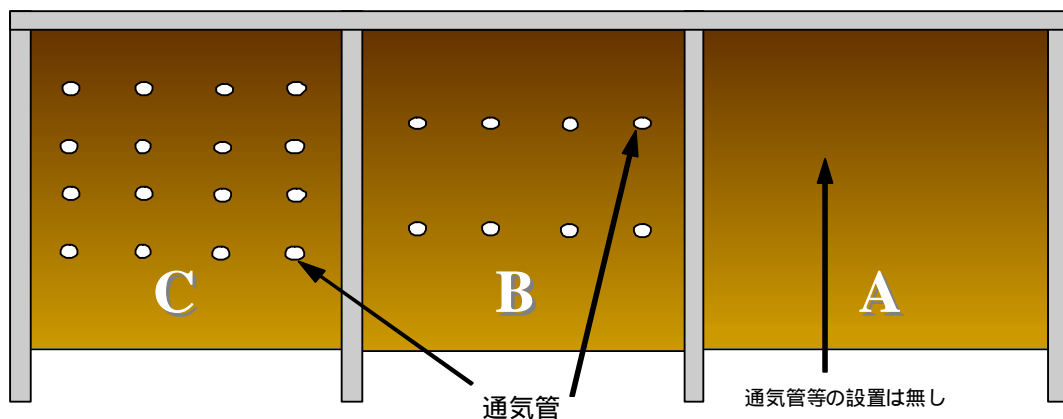


図 2.2.3 第 2 期実験期間の試験区概略図

### 3 実証試験結果

#### 3-1 温度

発酵微生物の活動によって生じる内部温度変化を、熱伝対温度計でモニタリングした結果を図 2.2.4 に示した。焼酎粕の散布を開始して1週間後には、発酵温度は60 前後まで上昇し、その後50～70 の温度範囲で推移した。試験区毎の平均堆積物温度は、試験区 A = 65.8 、試験区 B = 64.3 、試験区 C = 68.2 で、期間中の平均堆積温度はC > A > Bの順であった。

図中の第 1 期実証試験期間中における試験区 B の急激な温度低下の原因は、焼酎粕の過剰散布によって水分過多になり、発酵菌の活性が一時的に低下したためと考えられる。特に試験区 B では、半円ドラムのみを設置のために水分の偏りが大きくなり、他の試験区より発酵温度が低くなったと考える。しかし、第 2 期実証期間中の発酵温度は、いずれの試験区においても 70 前後で安定していた。

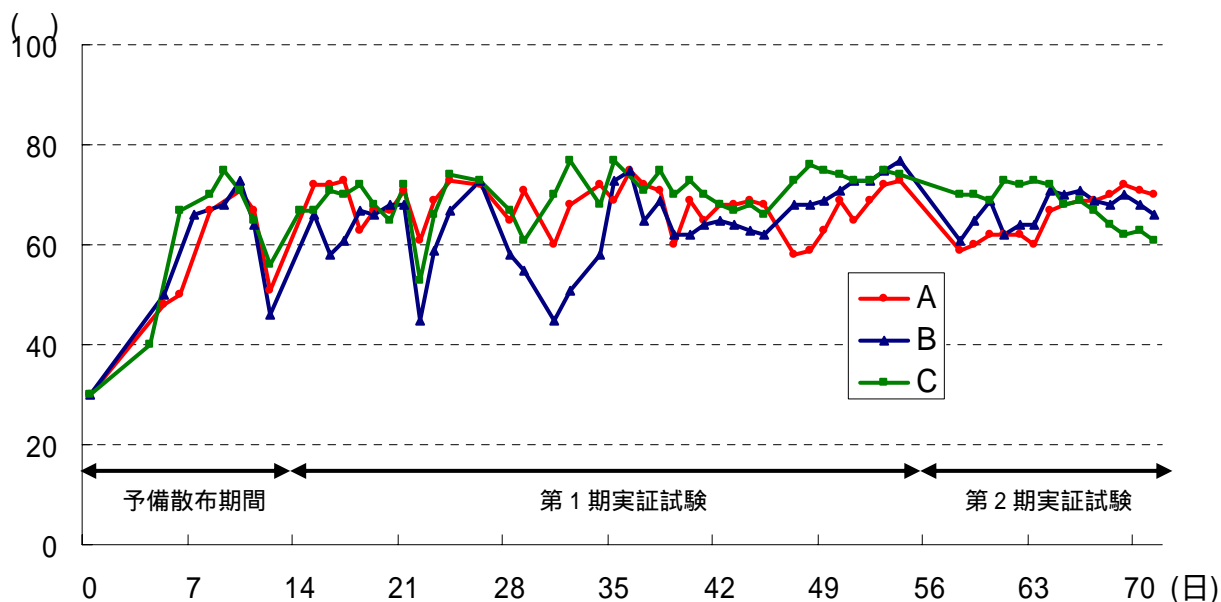


図 2.2.4 発酵期間中の温度変化 (平成 12 年)

#### 3-2 pH (H<sub>2</sub>O) , 水分, T-N, T-C

発酵期間中の pH、水分、全窒素、全炭素については、約 2 週間毎の切り返し時に堆積物を均一にした後 3 箇所ですamplingして分析した。表 2.2.1 にその分析結果の平均値を示した。

焼酎粕の pH は 4 程度の酸性であるが、堆肥化期間中の各試験区は 7.6～8.7 のアルカリ性で推移した。こ

れは、焼酎粕に含まれるクエン酸等の酸性物質が堆肥化の過程で分解されたことと、アンモニアの生成によるものと考えられる。

サンプリングした堆積物中心部の水分は、46～58%の範囲で推移していたが、堆積物にはかなりの水分のムラがあり、底面付近では水分60%を超えていた。一方、約80 程度の発熱によって非常に乾燥している部分も多く認められた。

全窒素量は、焼酎粕の散布量に比例して増加し、各試験区とも72日目には約1.7%まで上昇した。逆に、分解によって減少する全炭素量は試験区Cで3.4%減少していた。しかし、試験区AとBは、顕著な減少は認められなかった。

表 2.2.1 発酵期間中の分析結果(平成 12 年)

区	項目	単位	予備散布	第1期試験期間		第2期試験期間	
			15日目	30日目	46日目	57日目	72日目
試験区A	pH	-	8.6	7.7	8.6	8.3	8.5
	水分	(現物%)	48.5	53.6	50.1	53.6	50.7
	全窒素	(乾物%)	1.39	1.68	1.61	1.71	1.70
	全炭素	(乾物%)	35.2	37.4	36.1	35.5	35.3
	C/N比	-	25.3	22.3	22.4	20.8	20.8
試験区B	pH	-	8.6	7.6	8.7	8.5	8.5
	水分	(現物%)	46.8	56.3	51.6	53.2	52.5
	全窒素	(乾物%)	1.24	1.65	1.63	1.71	1.76
	全炭素	(乾物%)	36.4	37.5	35.1	34.6	35.1
	C/N比	-	29.1	22.7	21.5	21.5	20.2
試験区C	pH	-	8.2	7.8	8.7	8.5	8.4
	水分	(現物%)	57.6	56.2	54.1	50.1	52.6
	全窒素	(乾物%)	1.64	1.65	1.74	1.62	1.68
	全炭素	(乾物%)	37.1	35.4	34.2	33.5	33.7
	C/N比	-	22.6	21.4	19.4	20.7	20.1

### 3-3 臭気

堆肥化期間中に発生する臭気をモニタリングするために、予備散布期間中においてアンモニア、アセトアルデヒド、硫化水素、メチルメルカプタンについてスクリーニング調査を行ったところ、顕著に発生しているのはアンモニアのみであった。そこで堆積物の直上でアンモニア濃度の変化を検知管によって測定した。その結果を図 2.2.5 に示した。発酵期間中に最も高濃度のアンモニアが検出されたのは、23、24 日目の試験区Bの70ppmで、次に高かったのは、23日目の試験区Aの60ppmであった。試験区Cについては、最高30ppmでそれ以上のアンモニアは発生しなかった。

また、図 2.2.5 には示していないが、第1期実証期間中の試験区AとBに埋設したビニールパイプの出口(半円ドラムへの流入口)からは、高濃度のアンモニア(最大500ppm)が検出されたので、試験期間中は蓋をして実験を行った。この強い悪臭の原因は、半円ドラム内に蓄積された焼酎粕の固形分が腐敗したことによるものと推測した。

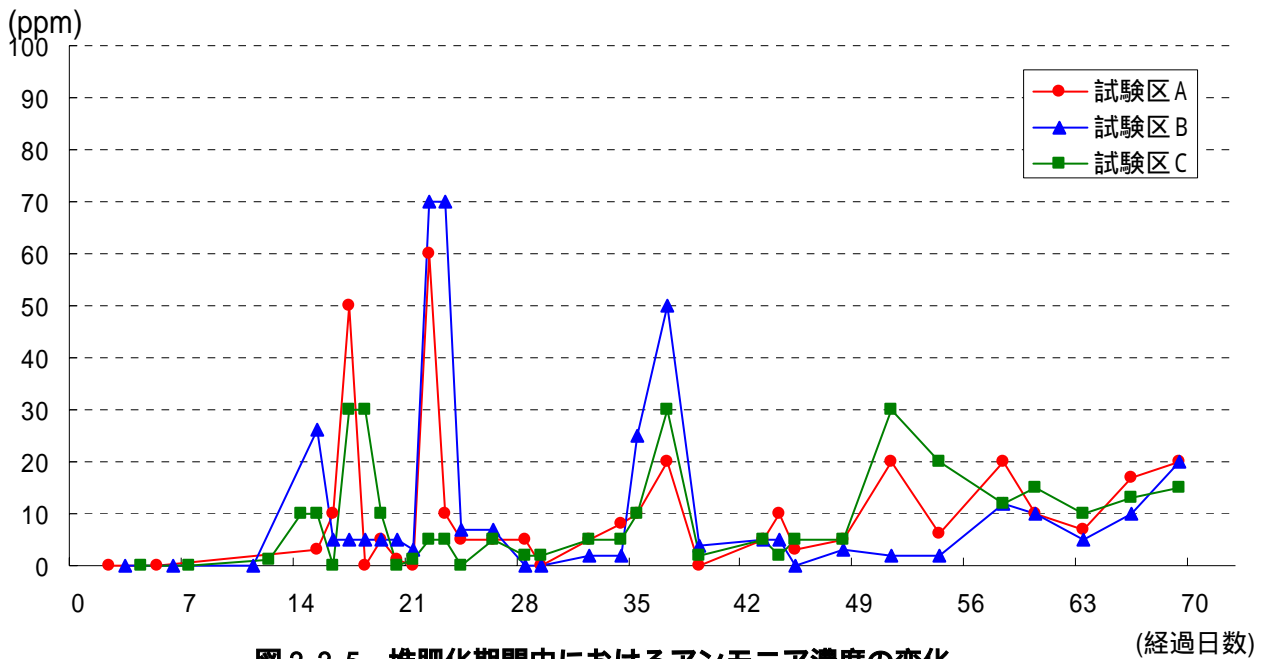


図 2.2.5 堆肥化期間中におけるアンモニア濃度の変化

### 3-4 肥料成分分析

試験開始から 57 日後の堆積物の肥料成分分析結果を表 2.2.2 に示した。各試験区間の肥料成分の差は見られなかった。表 2.2.3 に、各試験区を混合して養生させた最終的な分析結果を示した。主要肥料成分である窒素は約 1.7% でリンとカリウムは、約 0.5% であった。また、堆肥を養生したことによって pH は中性に推移し、7.0 となった。

表 2.2.2 肥料成分分析結果(57 日目)

項目	単位	試験区 A	試験区 B	試験区 C
pH	-	8.3	8.5	8.5
水分	(現物%)	53.6	53.2	50.1
灰分	(乾物%)	27.9	25.0	25.5
全窒素	(乾物%)	1.71	1.71	1.62
全炭素	(乾物%)	35.5	34.6	33.5
C/N比	-	20.8	21.5	20.7
全P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(乾物%)	0.43	0.46	0.44
全K <sub>2</sub> O	(乾物%)	0.41	0.41	0.40
Na	(乾物%)	0.033	0.035	0.034
CaO	(乾物%)	0.026	0.023	0.025
MgO	(乾物%)	0.17	0.17	0.16

表 2.2.3 肥料成分分析結果(最終産物)

項目	単位	結果
pH	-	7.0
水分	(現物%)	14.4
灰分	(乾物%)	27.3
全窒素	(乾物%)	1.73
全炭素	(乾物%)	34.0
C/N比	-	19.7
全P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(乾物%)	0.53
全K <sub>2</sub> O	(乾物%)	0.50
Na	(乾物%)	0.04
CaO	(乾物%)	0.01
MgO	(乾物%)	0.12
T-Hg	(mg/kg)	<0.05
As	(mg/kg)	<0.50
Cd	(mg/kg)	<0.05

### 3-5 コマツナ発芽試験

焼酎粕を原料として製造した堆肥の発芽阻害性の確認としてコマツナによる発芽試験を行った。試験は、対照土と製造されたもみがら堆肥とそれらを 1:1 で混合したものの 3 種類を構成して行った。

ここでは、播種後 4 日目の発芽数を発芽勢と呼び、6 日後の発芽数を発芽率と呼ぶことにして、各区 100 粒播種して試験を行った。その結果を表 2.2.4 に示した。製造した焼酎粕もみがら堆肥のみの発芽勢は、保水力の不足からか良好な結果ではなかったが、もみがら堆肥と対照土の混合物の結果は良好であった。写真 2.2.1 に播種後 3 週間のコマツナの発育状況を示した。対照土のみの発育状況と比べて、焼酎粕もみがら堆肥を混合した床土では、旺盛にコマツナが発育しているのが判る。

表2.2.4 コマツナ発芽試験結果

	発芽勢 (4日後)	発芽率 (6日後)
対照土	99%	99%
	96%	98%
もみがら堆肥	58%	90%
	47%	91%
もみがら堆肥・ 対象土混合物	98%	100%
	93%	97%



写真 2.2.1 コマツナ発育状況(3週間後)

### 3-6 焼酎粕の処理量

平成 12 年に F 酒造から焼酎粕が排出された期間は 72 日間であり、その期間中に排出された焼酎粕の量は 88.3m<sup>3</sup>であった。堆肥化期間中における焼酎粕の散布量について図 2.2.6 に示した。また、試験区毎の処理量は表 2.2.5 に示したとおりで、単位面積あたりの処理量が最も多かったのは、試験区 C で 14.6 ℓ / m<sup>2</sup>・day であった。

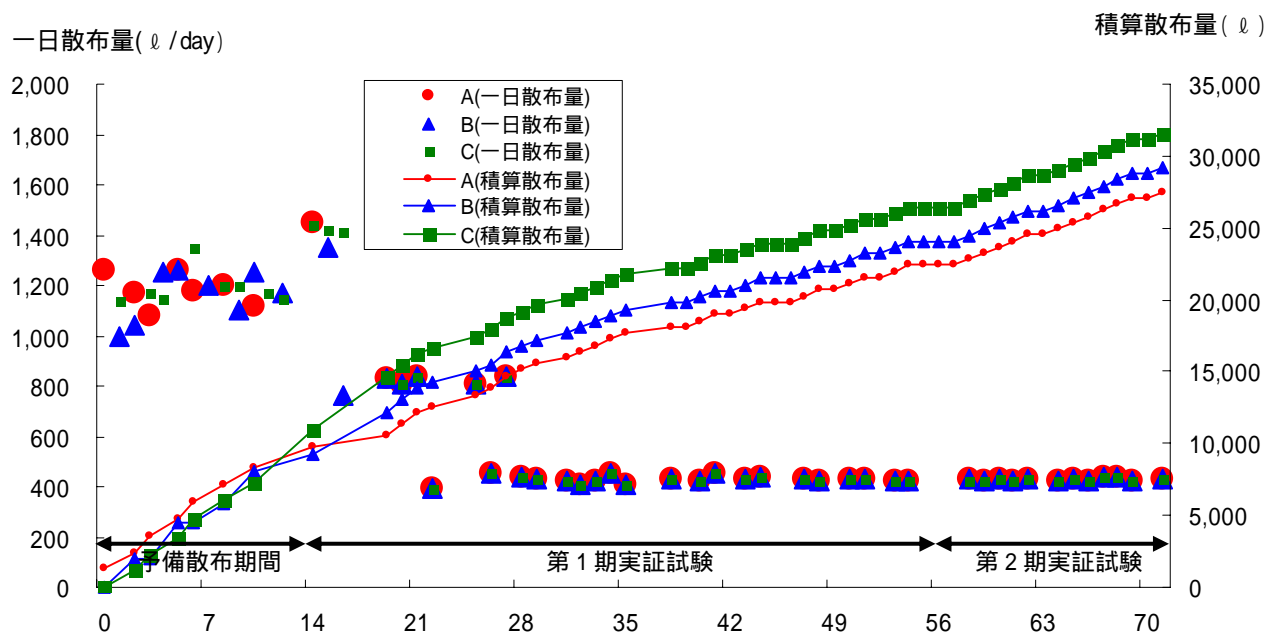


図 2.2.6 堆肥化期間中の焼酎粕散布量

表 2.2.5 焼酎粕の処理量 (平成 12 年)

単位	散布日数 (days)	散布量/日 (ℓ/day)	焼酎粕発生期間 (days)	焼酎粕散布量/72日 (ℓ)	試験区床面積 (m <sup>2</sup> )	床面積あたり処理量 (ℓ/m <sup>2</sup> ・day)
試験区A	45	約300~1,200	72	27,533	30	12.7
試験区B	47	約300~1,200	72	29,193	30	13.5
試験区C	48	約300~1,200	72	31,603	30	14.6
計			72	88,329	90	13.6

## 4 平成 12 年実証試験まとめ

### 4-1 予備散布期間について

堆積したもみがらに、焼酎粕を適量散布混合することによって発酵熱が発生して水分が蒸散し、焼酎粕を発酵処理することが可能であることが判った。ただし、焼酎粕に含まれる固形分がもみがらの山の上面部に蓄積されるので、7～10 日間に一度の切り返しが必要となることが判った。

### 4-2 第 1 期実証試験期間について

第 1 期実証期間中の発酵状況が最も良かったのは、発酵温度の平均値が最も高く、アンモニア発生濃度が最も低かった試験区 C であった。また、設置した通気管からは、盛んに水蒸気が噴出し蒸散効率が他の試験区と比較して良好であることが目視判断できた。

半円ドラムを埋設した試験区 A と B は、それに接続したビニールパイプから強い臭気が発生し、堆積温度も C に比べて低かった。

### 4-3 第 2 期実証試験期間について

第 2 期実証試験では、設置する通気管の本数の違いによる蒸散効率の調査を行う予定であったが、焼酎の醸造期間の都合によって、試験期間が短くなったこともあり、その結果を判然とすることができなかった。

### 4-4 肥料成分分析結果について

今回作られた堆肥の肥料成分は、窒素約 1.7%、リン約 0.5%、カリウム約 0.5% であった。また、C/N 比が約 20 であることから十分に腐熟してないことになり、次年度も繰り返し発酵処理に利用して十分に腐熟させることが望ましい値であった。また、各試験区での肥料成分の差はなかった。よって、今回の実証試験では、臭気的面や作業効率から最も良好な結果であったのは、試験区 C であった。

また、発酵処理物は、堆肥又は土壌改良材として十分利用できるものであったが、農家からの希望により一部圃場に利用したのを除き、その大半は翌年度の発酵処理に備えて備蓄した。

### 第3節 平成13年実証試験

#### 1 目的

平成12年実証試験では、床面積約90m<sup>2</sup>(30m<sup>2</sup>×3)の堆肥舎を利用することで、約1.2m<sup>3</sup>/dayの焼酎粕を連日処理することができた。この量は、F酒造において1日に発生する焼酎粕の約半量に相当する。そこで、平成13年実証試験では、F酒造工場から排出される焼酎粕の全量処理を目的の一つとした。

さらに、平成12年実証試験では、一区画30m<sup>2</sup>において概ね400ℓ/day処理できたことを踏まえて、1m<sup>2</sup>あたりの最大処理可能量を明らかにすることも目的とした。

#### 2 試験方法

平成13年の実証試験では、平成12年と同じ区画にもみがら堆肥と新もみがらを1:1で混合したものを約54m<sup>3</sup>堆積した。散布量は、それぞれ試験区A=400ℓ/day、試験区B=500ℓ/day、試験区C=600ℓ/dayと設定して、毎日、定量して散布した。切り返しは、2週間に1回の頻度から週に1回の頻度で重機を用いて実施することにして、平成12年実験に行った散布後の上面部の混合作業は省略することとした。また、通気管は設置しなかった。さらに、試験区A・B・Cに散布する1,500ℓ/day(400ℓ+500ℓ+600ℓ)以外の焼酎粕は予備区画に等分して散布した。

#### 3 試験結果

##### 3-1 温度

試験区A・B・Cの堆積物内部50cmの温度の経時変化を図2.3.1に示した。各試験区の平均温度は65で、最高温度は76であった。試験開始後から42日目までの各試験区における最高温度には、大差は見られなかったが、それ以後は試験区A>B>Cの順で最高温度は高い値を記録した。この原因は、焼酎粕の散布量に関係があると考えられ、焼酎粕の散布量が試験区Aより多い試験区CやBは、水分過多となり好氣的発酵が妨げられたことにより、堆積物の温度が低下したと推測された。

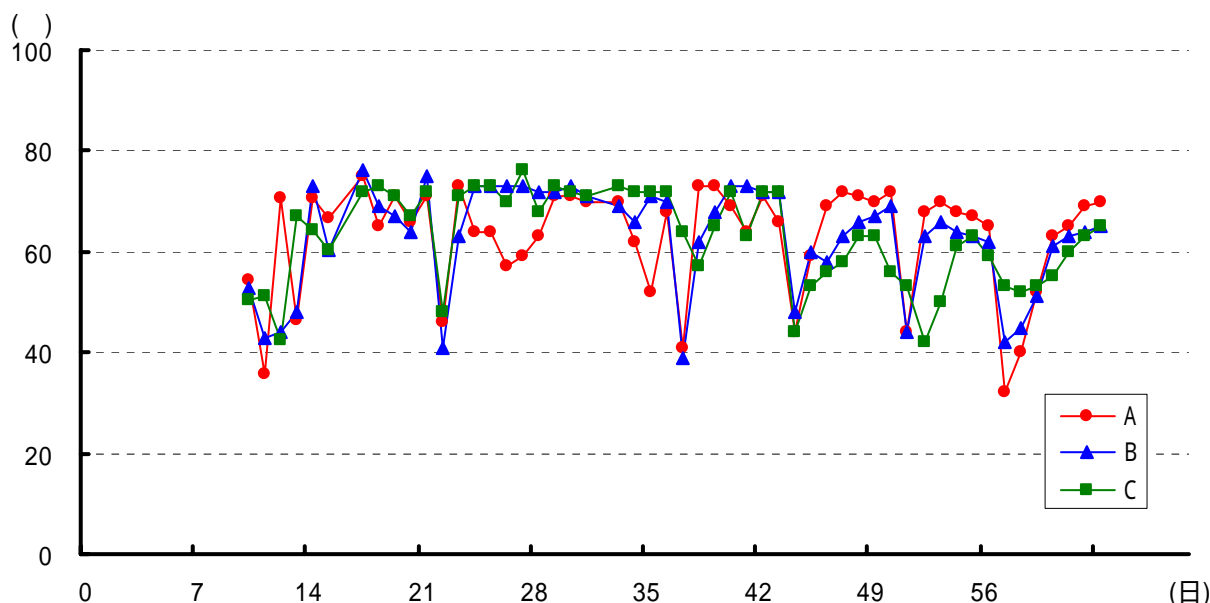


図2.3.1 発酵期間中の温度変化(平成13年)



### 3-2 pH (H<sub>2</sub>O)

発酵期間中の pH の経時変化を図 2.3.2 に示した。pH は平成 12 年実証試験と同じく、散布を開始してから 14 日後には、各試験区とも pH8 前後の値になった。堆積物の pH の変動は、焼酎粕本来に含まれる酸性物質等の分解が原因の一つと考える。14 日目以降の試験区 C は、連日 600 ℓ 焼酎粕が散布されたため、その酸度の影響を受け、pH は徐々に低下し 49 日目には pH6 まで低下した。

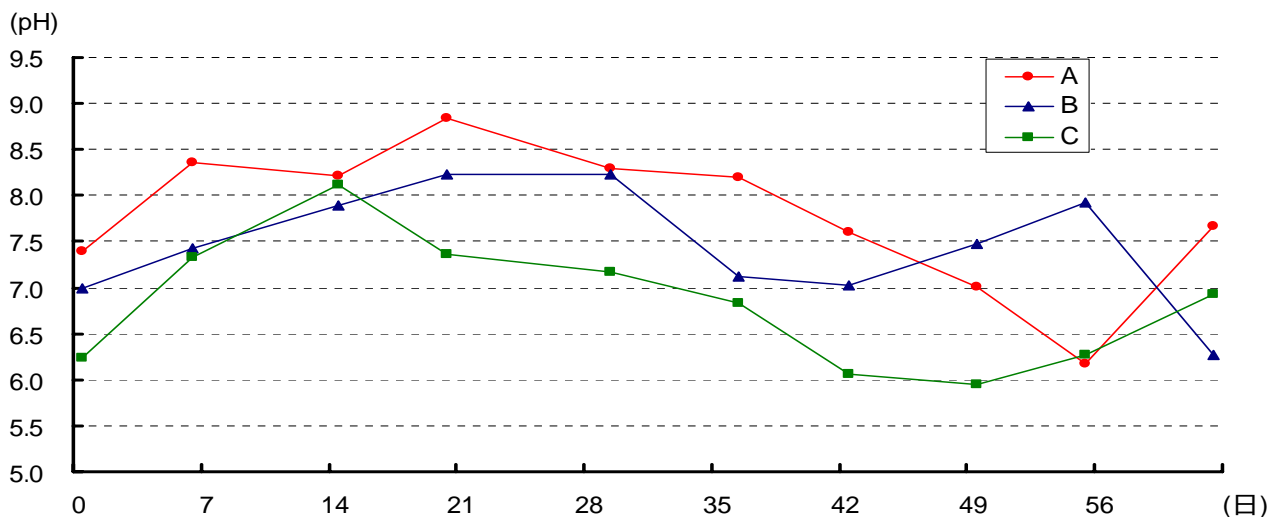


図 2.3.2 発酵期間中の pH の経時変化 (平成 13 年)

### 3-3 水分

水分値は、焼酎粕を散布する毎にその値は上昇した。試験開始から 36 日経過した試験区 B や C の底部からは、焼酎粕の余剰水分が漏出している日が認められた。この時の試験区 C の水分値は、58.1%であった。試験区の水分 60%を超えた 49 日以後では、試験区 A・B・C それぞれ余剰水分の漏出が見られ、臭気もやや強くなった。このことから、堆肥化副資材としてもみがらを利用した場合、堆積物の底から余剰水の漏出があると、おおよそ水分 60%に近い値と判断でき、焼酎粕の過剰散布の目安となる。図 2.3.3 に水分率の経時変化と余剰水分の漏れ出した量を見た目で推計した値の積算値を示した。

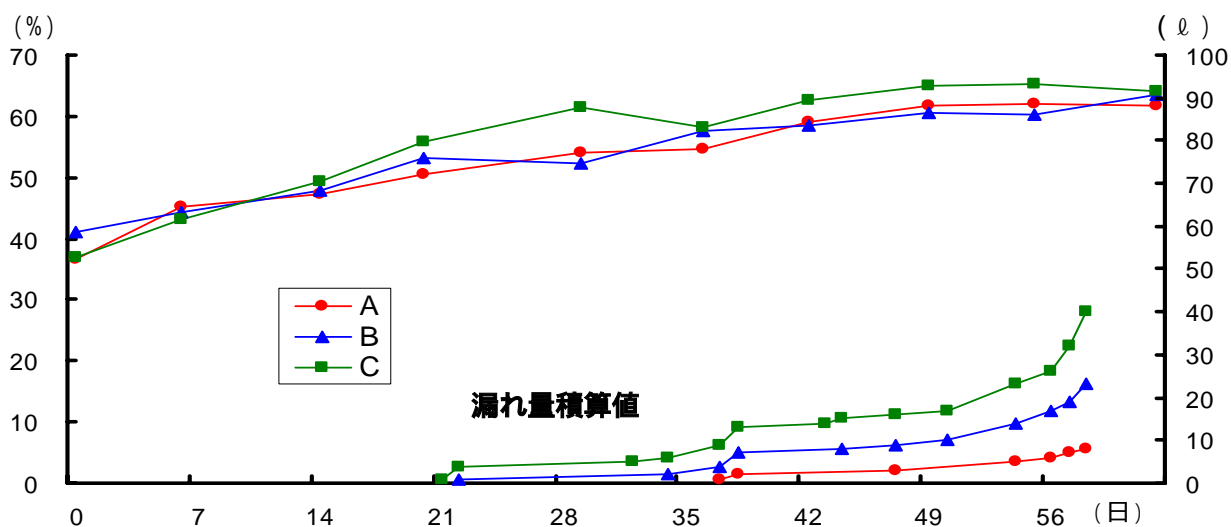


図 2.3.3 発酵期間中の水分値の経時変化と漏出量 (平成 13 年)

### 3-4 総窒素 (T-N)

高温発酵期間中の総窒素の経時変化を図 2.3.4 に示した。総窒素量は、焼酎粕の散布日数と比例して上昇し、62 日目の総窒素値は試験区 A = 1.64%、試験区 B・C = 1.55%であった。ここでの窒素源は焼酎粕であるので、総窒素量は焼酎粕の散布量と比例すべきである。しかし、試験区 C は試験区 A の散布量の 1.5 倍であるのにも関わらず、その差を見ることができない。これは、試験区 C や B においては、試験区 A に比べ余剰水分が堆積物の底部から浸出した量やアンモニアガスの発生量が多かったことが原因ではないかと考えられる。

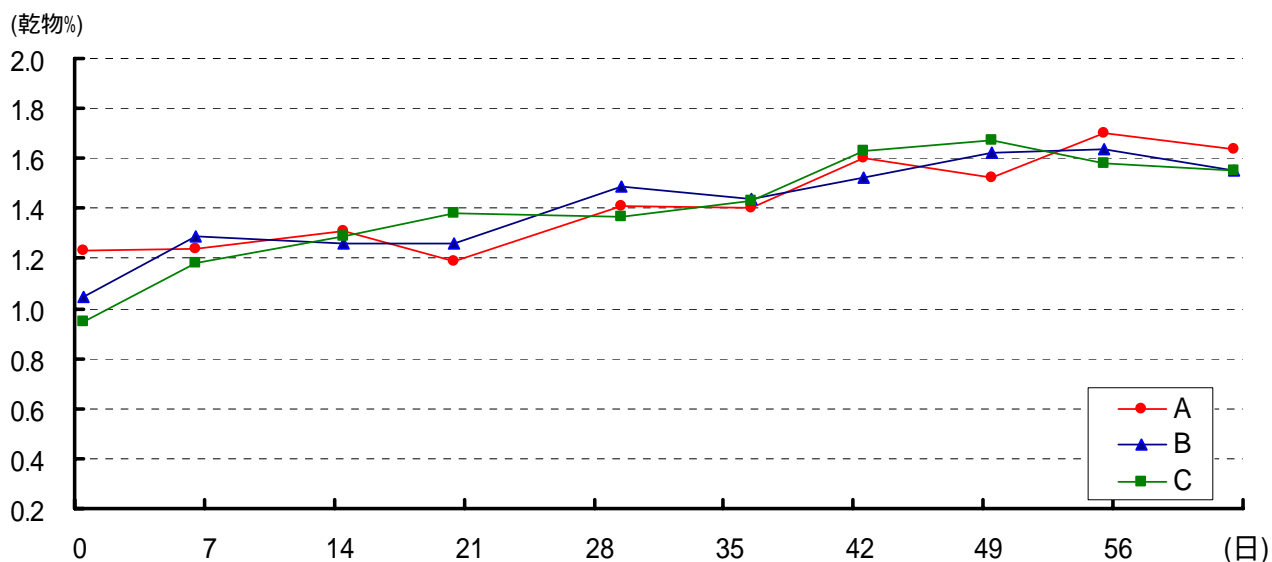


図 2.3.4 総窒素の経時変化 (平成 13 年)

### 3-5 臭気 (アンモニアガス)

発酵過程で発生するアンモニアを 3 日おきに、検知管を用いてモニタリングした。測定は、堆積物直上で風を避けて測定した。測定結果を図 2.3.5 に示した。

散布開始から 3 週間程経過した頃から、アンモニア臭気を検出されたが、全期間を通じておおよそ 20ppm 以下であった。しかし、52 日目の試験区 C では、30ppm 検出された。この頃試験区 C の底部より余剰水分が漏出していったことから、水分過多のため良好な好気発酵状態でなかったと推測される。ただし、実験期間中、堆肥舎の敷地境界地点で悪臭を感じることはなかった。

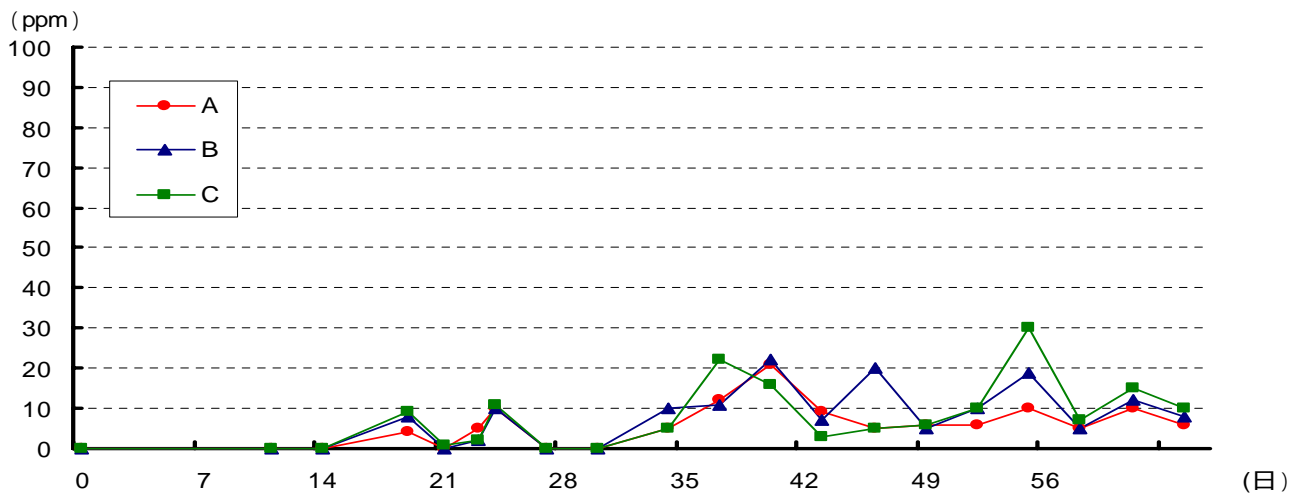


図 2.3.5 堆積物直上のアンモニアガスの経時変化 (平成 13 年)

### 3-6 肥料成分分析結果

表 2.3.1 に焼酎粕の散布前、散布期間中と養生期の肥料成分分析結果を示した。各値は、焼酎粕に含まれる肥効成分が分解されたことによって上昇している。散布期間中の全炭素の値は、焼酎粕を大量に散布したため、焼酎粕自体に含まれる炭素分の影響と考えられる。しかし、その値は約4ヶ月にわたる養生期間を経たことで低下した。

表 2.3.2 には、平成13年実証試験の試験区A・B・Cを混合して後熟して得られた最終産物の肥料成分分析結果を示した。主な肥料成分である全窒素の値は1.85%、リン酸は0.51%、カリウムは0.50%であり堆肥として有効であることが確認できた。炭素窒素比は昨年の試験と同様に20を下回る程度の値であった。これは、もみगरが十分に微生物分解を受けていないためと考えられる。

表 2.3.2 肥料成分分析結果(最終産物)

項目	単位	結果
pH	-	6.8
水分	(現物%)	53.2
灰分	(乾物%)	31.4
強熱減量	(乾物%)	63.3
全炭素	(乾物%)	34.7
全窒素	(乾物%)	1.85
C/N比	-	18.8
NO <sub>3</sub> -N	(mg/kg)	18.3
NH <sub>4</sub> -N	(mg/kg)	10.0
全P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(乾物%)	0.51
全K <sub>2</sub> O	(乾物%)	0.50
Na	(乾物%)	0.049
CaO	(乾物%)	0.058
MgO	(乾物%)	0.24
Cu	(mg/kg)	20.9
Zn	(mg/kg)	71.9
アルカリ分	(乾物%)	1.2
腐植酸	(%)	6.2
CEC	(meq/100g)	35.9

表 2.3.1 肥料成分の経時変化

項目	単位	散布前			散布期間中			養生期間中		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
pH	-	7.4	7.0	6.3	7.7	6.3	6.9	6.5	6.9	7.2
水分	(現物%)	36.6	41.0	40.0	61.7	63.4	64.2	51.9	53.8	49.8
灰分	(乾物%)	26.1	25.1	27.4	25.6	27.0	26.0	31.2	32.3	30.8
全窒素	(乾物%)	1.23	1.05	0.95	1.64	1.55	1.55	1.89	1.83	1.82
全炭素	(乾物%)	35.9	36.9	37.9	42.8	41.8	41.4	40.0	36.4	34.0
C/N比	-	29.2	35.1	39.9	26.1	27.0	26.7	21.2	19.9	18.7
全P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(乾物%)	0.29	0.26	0.25	0.49	0.48	0.42	0.51	0.52	0.51
全K <sub>2</sub> O	(乾物%)	0.49	0.37	0.39	0.32	0.30	0.25	0.39	0.41	0.38
Na	(乾物%)	0.042	0.032	0.031	0.034	0.032	0.027	0.045	0.058	0.043
CaO	(乾物%)	0.027	0.020	0.021	0.034	0.032	0.032	0.060	0.059	0.056
MgO	(乾物%)	0.096	0.088	0.097	0.19	0.18	0.16	0.24	0.25	0.23

### 3-7 焼酎粕処理量

平成13年の焼酎粕の排出期間は、2月24日～4月27日の62日間で、毎日、午前と午後それぞれ約1.2m<sup>3</sup>の焼酎粕が2回発生した。つまり、F酒造からは一日あたり約2.4m<sup>3</sup>の焼酎粕が排出された。

平成13年実験では、試験区A・B・Cにそれぞれ一定量を散布することを基本として、その他の焼酎粕は、予備区画に等分して散布した。ただし、実際には醸造の都合により、焼酎粕が発酵せず試験区A・B・Cに散布できない日が数日あった。

結果的に平成13年実験では、約200m<sup>2</sup>の堆肥舎を利用して総量122m<sup>3</sup>の焼酎粕を処理することができた。表 2.3.3 に焼酎粕の処理量を示した。

表 2.3.3 焼酎粕の処理量(平成 13 年)

単位	散布日数 (days)	散布量/日 (ℓ/day)	焼酎粕発生期間 (days)	焼酎粕散布量/61日 (ℓ)	試験区床面積 (m <sup>2</sup> )	床面積あたり処理量 (ℓ/m <sup>2</sup> ·day)
試験区A	54	400	61	21,600	30	11.8
試験区B	54	500	61	27,000	30	14.8
試験区C	54	600	61	32,400	30	17.7
予備区画1	4	約200～300	61	5,186	24	3.5
予備区画2	48	約200～300	61	12,070	20	9.9
予備区画3	48	約200～300	61	12,070	20	9.9
予備区画4	48	約200～300	61	12,070	20	9.9
計			61	122,396	174	11.5

#### 4 平成 13 年実証試験まとめ

平成 13 年実証試験の目的は、1 m<sup>2</sup>あたりの最大処理可能量を明らかにすること、F 酒造から排出される焼酎粕の全量を今回検討している簡易発酵処理法によって処理することの 2 つであった。今回の処理では、試験区 A～C の 3 区間で日量 1.5 m<sup>3</sup> を処理し、残りの 0.9 m<sup>3</sup> は予備区画(p22, 図 2.1.1 中の左側の堆肥舎)に散布して発酵処理を行った。

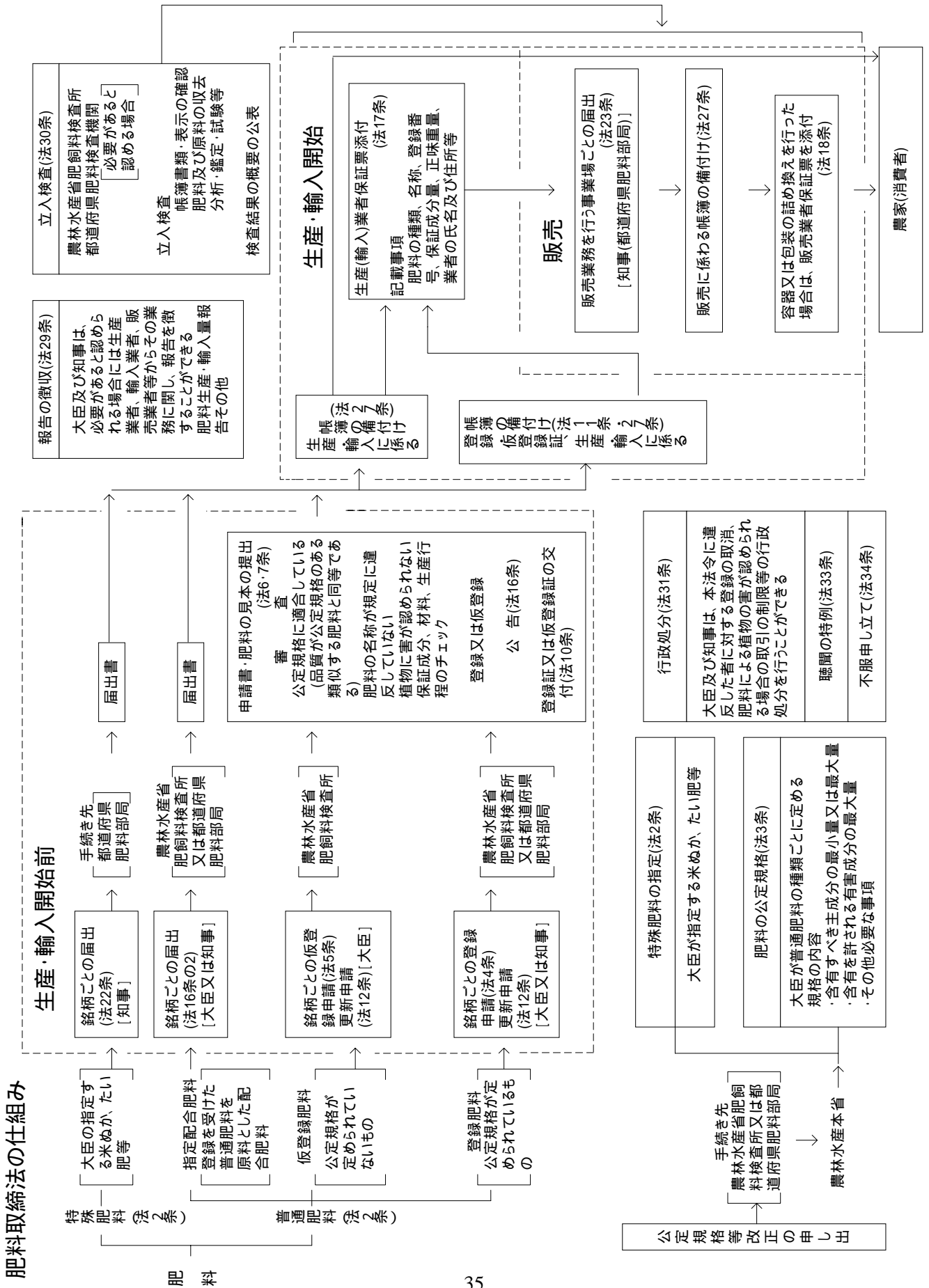
試験区 A～C の処理では、全ての試験区において、量の多少はあるものの余剰水分の漏出が認められたことから、通気管を使用しない条件では 13.3 ℓ/m<sup>2</sup>·day(400 ℓ/day, 試験区 A)以上の処理は難しいことがわかった。なお、平成 12 年の試験結果において、通気管を使用して 14.6 ℓ/m<sup>2</sup>·day(400 ℓ/day)の処理が可能であることが確認されている。予備区画における焼酎粕の処理に関する詳細は記述しないが、十分に余裕を持って処理を行うことができた。予備区画と試験区画の面積は同じであることから、F 酒造から排出される焼酎粕全量(2.4 m<sup>3</sup>/day)を均等に散布すれば 13.3 ℓ/m<sup>2</sup>·day となり、通気管を設置することで安定に発酵処理することが可能となることがわかった。

#### 5 総まとめ

- もみがらの山に単純に焼酎粕を散布するだけでも、発酵熱が発生し、蒸散処理することが可能であることが判った。ただし、焼酎粕に含まれる固形分がもみがらの山の上面部に蓄積されるので、7～10日間に一度の切り返しを行うことが必要である。
- 水分の蒸散と内部への空気の供給を促進する目的で、堆積物に通気管を設置したところ、発酵温度が高くなり、アンモニアの発生も低く押さえることができた。今回の実験で最も効率が良かった条件では、72日間で 31.6 m<sup>3</sup> を処理することができ、単位面積当たりの処理量は 14.6 ℓ/m<sup>2</sup>·day であった。
- 通気管を使用しない条件においては、一定量以上の散布を行った場合、堆積物の底から余剰水分の漏出が認められ、単位面積当たりの処理量は約 13 ℓ/m<sup>2</sup>·day が限度であることが判った。
- 今回の実験で得られた発酵処理物の肥料成分は、窒素約 1.7%、リン約 0.5%、カリウム約 0.5%、また、C/N 比が約 20 で十分に腐熟しているとは言えず、堆肥または土壌改良材として十分利用できるものではあるが、次年度も繰り返し発酵処理に利用して十分に腐熟させることが望ましい結果であった。
- 今回検討した簡易発酵法処理による焼酎粕の処理単価は、海洋投棄処分にかかる経費とほぼ同額程度であった。

# 第4節 参考資料

## 1 肥料取締法の仕組み



## 2 焼酎の製造工程と長崎県の焼酎の出荷量

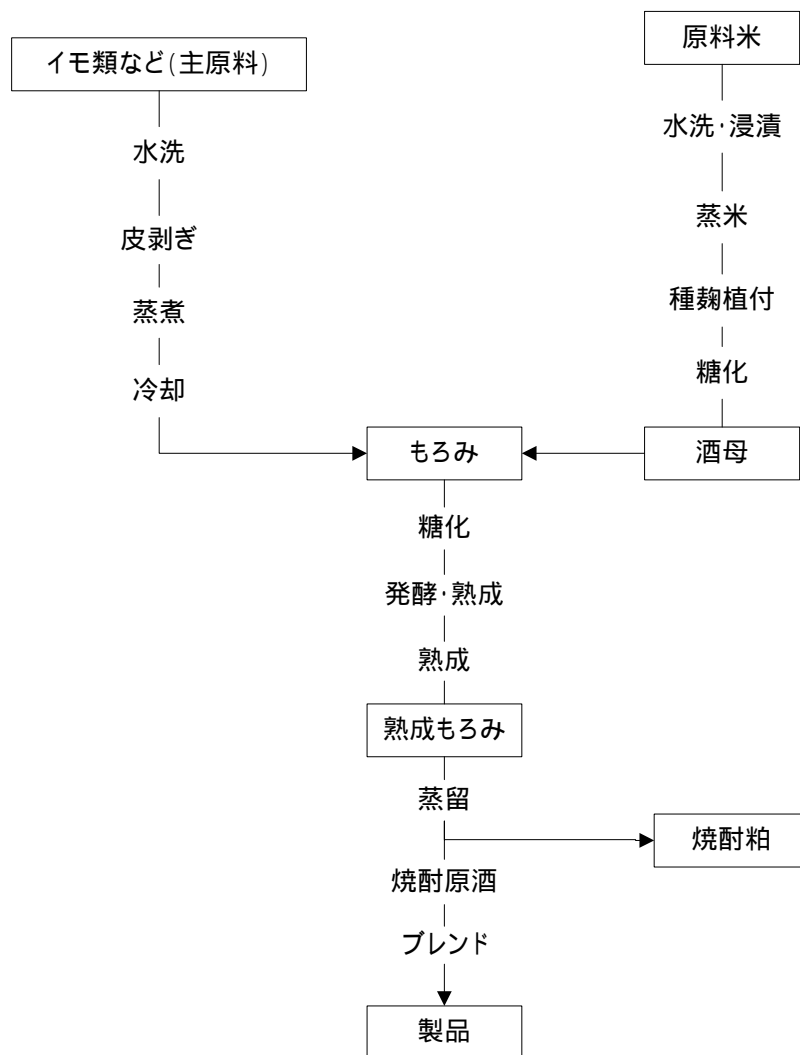


図 2.4.1 焼酎の製造工程

表 2.4.1 長崎県の焼酎の出荷量

	単位	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度
県内出荷数量	k ℓ	1,340	1,406	1,515	1,701
県内出荷数量比率	%	72	74	73	73
県外出荷数量	k ℓ	518	497	545	628
県外出荷数量比率	%	28	26	27	27
合計出荷数量	k ℓ	1,858	1,903	2,060	2,329
合計出荷数量前年比	%	98	102	108	113
長崎県内消費量	k ℓ	7,730	7,795	8,201	7,979
長崎県内消費量前年比	%	102	101	105	97
長崎県産酒シェア	%	17.4	18.0	18.5	21.3
全国出荷数量	k ℓ	323,678	330,604	345,643	355,823
全国出荷数量前年比	%	99	102	105	103



### 3 長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会 - 焼酎粕編 - (平成13年3月現在)

#### 委員名簿(五十音順)

	氏名	所属団体・職名等	備考
委員長	玉利 正人	長崎大学 教育学部教授	大学
委員	上田 成一	県立長崎シーボルト大学 看護栄養学部教授	大学
"	岡野 剛健	長崎県総合農林試験場 野菜花き部長	試験研究機関
"	草野 政人	八江農芸株式会社 常務取締役	産業界
"	久保 克己	長崎県工業技術センター - 海洋・環境科専門研究員	試験研究機関
"	渡部 哲郎	長崎県廃棄物対策課 産業廃棄物対策班参事	行政機関
"	田中 秀二	長崎県衛生公害研究所 大気科長	試験研究機関
"	永尾 嘉孝	長崎県農業技術課 専門技術員班課長補佐	行政機関
"	中須賀 孝正	長崎県農業技術課 農業環境班課長補佐	行政機関
"	中村 尚	壱岐支庁 地域振興課長	行政機関
"	福田 詮	福田酒造株式会社 代表取締役社長	産業界
"	森内 久登	商工労働政策課 物産流通振興室長	行政機関
"	山内 賢明	壱岐酒造協同組合 理事長	産業界
"	山口 智士	長崎バイオパーク株式会社 造園事業本部造園部管理課長	産業界

#### 技術アドバイザー

	氏名	所属団体・職名等	備考
技術 アドバイザー	大脇 博樹	長崎県工業技術センター 海洋・環境科研究員	試験研究機関
"	釜谷 剛	長崎県衛生公害研究所大気科 専門研究員	試験研究機関
"	園田 清秋	長崎県壱岐保健所 衛生環境課長	行政機関
"	竹野 大志	長崎県衛生公害研究所大気科 研究員	試験研究機関

---

長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン  
未利用資源堆肥化解説書 - 焼酎粕編 -

- 平成14年3月発行 -

編集・発行 長崎県衛生公害研究所  
〒852-8061 長崎県長崎市滑石1丁目9番5号  
TEL: 095 - 856 - 8613  
FAX: 095 - 857 - 3421

Nagasaki Institute of Public Health and Environmental Sciences  
1-9-5 Nameshi, Nagasaki, Nagasaki Prefecture 852-8061, JAPAN

---

再生紙を使用しています