

焼酎蒸留廃液の堆肥化処理のコスト評価

竹野 大志、山口 智士¹、田本 佳史²

Cost evaluation of Shouchu-Distillery wastes compost treatment

Taiji TAKENO, Satoshi YAMAGUCHI, Yoshihumi TAMOTO

乙類焼酎の生産に伴って発生する焼酎蒸留廃液(以下、焼酎粕)は、2007年から原則海洋投棄処分が禁止となった産業廃棄物である。長崎県の焼酎粕のリサイクルは、堆肥化と飼料化が実践されているが、そのコストは明らかになっていない部分が多い。そこで、新規の醸造許可を得たG酒造の焼酎粕リサイクル技術の指導を行うとともに、ライフサイクルコスト手法により、焼酎粕の堆肥化処理単価を試算したところ5,781円/m³であると評価した。

Keywords: Shouchu-Distillery wastes, Compost Cost evaluation

キーワード: 焼酎蒸留廃液、堆肥化、コスト評価

はじめに

乙類焼酎の生産に伴って発生する焼酎蒸留廃液(以下、焼酎粕)は、2007年から海洋投棄処分が原則禁止となった産業廃棄物である。焼酎粕の性状は、水分95%以上の混濁液であり高濃度の有機性廃液である。焼酎粕のリサイクル技術の開発は、焼酎生産量の多い九州地方の焼酎製造業界の懸案であり、各地において飼料化や堆肥化等によってリサイクルが取り組まれている。長崎県においては、2002年に焼酎粕の堆肥化技術を確立し、その技術は、県内外の複数の製造事業所において実践活用されている。

今回、S町において、新規の焼酎製造業が許可され(以下、G酒造という)、それに伴い堆肥化処理の技術相談があり技術指導することとなった。これまでの焼酎粕の堆肥化には、原料の一部である水稲の余剰産物として発生する籾殻を堆肥化副資材として利用していたが、S町では水稲の生産がないことやG酒造の原料はサツマイモであるため、籾殻を島内確保することが困難であった。そこで、島内において適用可能な副資材の検索を行い、発生量やハンドリング面から公共事業や公園管理等によって発生する剪定木チップを副資材とすることとした。

また、新たに専用の堆肥舎を建設することから、堆肥舎の建設等に係るインシヤルコストと堆肥化作業に伴うランニングコストについて、総合的にライフサイクルコスト評価の概念により、焼酎粕の堆肥化処理のコスト評価を行った。

堆肥化処理に至った経緯

G酒造の主原料は、サツマイモであり当初の許可要件として、地産地消が前提とされていた。S町でのサツマイモの通常の収穫期は秋季に限られ、したがって醸造期もそれに合わせられ、実質的な醸造期は3ヶ月程度である。原料生産者とG酒造は、安定的な原料の生産と確保のために、それぞれ協力提携関係を結んでいる。しかし、原料生産者にとって、畜産業と水稲生産業等、土づくりに関係する業者が少ないことから、堆肥の確保に苦慮しており、焼酎粕を活用した堆肥づくりは、生産者側から要望されていた。

また、3ヶ月の醸造期間のみの対応のために、応用性のない重機等を整備することは、処理単価の上昇に繋がる可能性がある。よって、人力による労力が必要であるが、処理費用が安価となりうる堆肥化を選択した。

1: バイオパーク(株)

2: 五島灘酒造(株)

堆肥舎の構造と条件

焼酎粕の堆肥化処理に必要な堆肥舎の規模は、焼酎粕の1日最大発生量と堆肥化処理能力から予測できる。これまでの研究結果では、籾殻を副資材とした堆肥化では $13\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ の能力であった。しかし、剪定木は籾殻より空隙率が高く、保水力が低いことから籾殻を用いた処理能力を下回ること予想されたことから処理能力を $10\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ を予測処理原単位として、必要となる堆肥舎の面積を求め、その数値を基に $5\text{m}^{\text{W}} \times 6\text{m}^{\text{L}} \times 2\text{m}^{\text{H}} \times 7$ 区(合計実有効面積 175m^2)の堆肥舎を新設した。G酒造の焼酎粕の発生量は、最大で $2.3\text{m}^3/\text{day}$ であり、蒸留工程の間隔を考慮し平均化すると $1.6\text{m}^3/\text{day}$ の発生量となる。よって、予測処理原単位である $10\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ に堆肥化の実有効面積の 175m^2 を乗じた $1,750\text{L}/\text{day}$ を堆肥化処理可能量と設定すると、堆肥化処理に必要な面積は充足すると試算された。副資材とする剪定木チップは、島内の産業廃棄物中間処理業者から、 $2,000$ 円/ m^3 (運搬料込)の価格で購入し、予め堆肥舎の区画内に 1.8m の高さに堆積して堆肥化に備えた。

堆肥化処理の工程

G酒造の焼酎製造期間は、10~12月の約3ヶ月間であり、焼酎粕の発生日数は正味80日間である。蒸留機から発生した焼酎粕は、一度、工場内の貯留タンクに移され放冷された後に、トラックにて堆肥舎まで運搬する。堆肥舎に搬出した焼酎粕は、エンジンポンプにて各堆肥化区画の上面に散布する。散布後は、人力によりスコップやフォーク等を用いて、散布面に蓄積する固形分を剪定木チップと混合する作業を行う。この焼酎粕の散布は、連日、7区画に平均的に散布する工程を繰り返す。ただし、連日の人力による攪拌のみでは、水分や固形分の均一化が十分に図られないため、7日間に1回の頻度でショベルローダーを用いて全面的に切り返す行程で堆肥化した(図1)。

堆肥化期間中は、最高 80°C 近くの発酵熱が発生し、焼酎粕の水分はこの熱による蒸散が行われる。焼酎粕の連続散布によって水分と有機物の供給が行われ堆肥化が進行する。

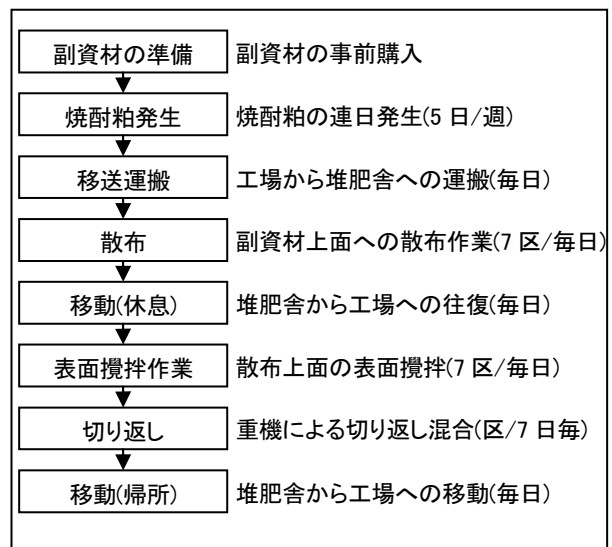


図1 焼酎粕堆肥化の作業工程フロー

実験概要

焼酎粕が、平成21年10月20日から連続的に発生したのに伴い、散布堆肥化実験を開始した。実験は、それぞれ試験区を設けて、試験区毎に散布日数と散布量を変化させて、剪定木チップを用いた堆肥化の最大能力を見極めることを目的として実施した。

各試験区では、堆積物の発酵温度と水分の浸み出しの有無を現場で確認しながら、基本的に $10\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ の散布により堆肥化を進めた。散布から4週間後の途中評価では、過剰水分の浸み出しやアンモニアガスの発生濃度もわずかで、良好な状況であると判断されたため、散布量を最大 $13\text{L}/\text{m}^2$ まで引き上げて実験した。しかし、 $13\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ まで引き上げると過剰水分の浸み出しが確認されたため、散布量を約 $11\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ に再調整して散布を継続した。なお、対照区としていた籾殻区は、島外からの籾殻の購入が高価であったため、他の試験区の約半分の量しか準備することができず、それに伴い散布可能量も少なく、 $11\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ の散布は困難であると判断し、籾殻区の試験は途中から中止した。

堆肥化の発酵温度を温度記録機(T&D社 おんどとり RTR-52R)にて、1時間毎に記録測定した。剪定木チップ区の堆積内部の温度は $55\sim 67^\circ\text{C}$ であり、最高温度は、 $71^\circ\text{C}\sim 82^\circ\text{C}$ であった。発酵温度は、連日散布する焼酎粕の温度の影響並びに醱部位のムラや切り返し作業による、温度測定結果にばらつきがあるものの、一般的に堆肥化に必要な発酵温度 70°C 以上を記録していた。

また、発酵温度は、水分の蒸散効率と水分過多の目安となるが、期間中 50°C を下回る部分は、試行的に焼

耐粕の散布量を13L/m²・dayにした期間と一致していた。このことから、剪定木チップを用いた焼耐粕の堆肥化の散布量は、11L/m²・day が適当であると推測された。

ライフサイクルコスト評価の方法

堆肥化処理のコスト評価では、イニシャルコストとランニングコスト、堆肥化作業に係る人件費、消耗費を計上し、堆肥化作業日数と焼耐粕の発生量で除した値を処理単価として求めた。

イニシャルコスト

堆肥化処理によるコストで最も高額であるのが堆肥舎の建設費である。今回の事例は、新規の堆肥舎を新たに建設した。堆肥舎は、不浸透性のコンクリート壁面2mの高さの区画を8区設け、その上に木造柱とスレート葺による屋根を設けた構造である。設計建設費は10,000,000円であり、コスト評価では耐用年数を20年間として定額減価償却額を計上している。堆肥化に供する区は、8区のうち7区を用い、1区はショベルローダーや器具の保管場所としている。

次に、副資材である剪定木チップの初年度の購入金額をイニシャルコストとして計上した。剪定木チップは、堆肥化工程において発酵分解によって減耗するものであるため、消耗費として計上すべきものであるが、剪定木チップは高炭素率の副資材であるため、堆肥として適切な炭素率に低下するまでに長い年月が必要であると予想され、毎年度、土壌施用せずに、翌年度以降も焼耐粕堆肥化副資材として利用する計画としている。

よって、初年度の副資材必要量である350m³に購入単価2,000円を乗じた700,000円を10年間で原価償却するとして計上した。

表1 イニシャルコスト

項目	単位	値	備考
堆肥舎建設費	(円)	10,000,000	土地代を含めない
堆肥舎耐用年数	(年)	20	
堆肥舎原価償却費	(円/年)	500,000	①
副資材購入単価	(円/m ³)	2,000	運搬費込み料金
副資材購入量(区)	(m ³ /区)	50	5mW×5mL×2mH
副資材購入量(7区)	(m ³ /7区)	350	50m ³ ×7区
副資材購入費	(円/年)	700,000	2,000円×350m ³
副資材耐用年数	(年)	10	初年度購入分のみ償却
副資材原価償却費	(円/年)	70,000	②
イニシャルコスト計	(円/年)	570,000	①+②

ランニングコスト

堆肥化に係るランニングコストは、製造工場から堆肥舎までの往復運搬距離である約2kmのトラックの燃料費と切り返し作業に用いるショベルローダーの燃料費である。これらの燃料費については、燃料の消費量の実測値から、運搬費と切り返し燃料費を合わせて400円/日を計上した。また、作業衣等の消耗費として100円/日を計上した。

人件費

G酒造の焼耐の製造期間は、約3ヶ月であり、その期間のみに対応させるために専用の装置を導入することは、装置の稼働効率が低く、結果的に処理単価が高くなることが予想される。したがって今回の方法は、焼耐粕の散布や攪拌作業等多くの部分を人力で賄う方法で行った。そこで、堆肥化の作業人員は、パートタイム制度により実施したため、作業時間を実測調査して作業人件費を求めた(表2)。

表2 人件費

項目	単位	円
人件費単価	(円/8時間)	5,250
作業時間	(時間/日)	6
(準備) 着替え器具準備等	(分)	30
(移送) 貯留槽からの移送	(分)	50
(運搬) 堆肥舎へ運搬(3往復)	(分)	30
(散布) 焼耐粕散布作業(7区)	(分)	40
(攪拌) 攪拌作業(7区)	(分)	110
(切り返し) 切り返し(1区)	(分)	90
(その他) 休憩時間等	(分)	10
作業日数	(日/年)	80
計	(円/年)	315,000

処理単価の試算

焼耐粕の堆肥化処理に係る人件費、消耗費、償却費を積算し、焼耐粕の処理単価を表3のとおり評価した。平成21年度実績を基に80日間に160m³の焼耐粕を堆肥化するとして処理単価を求めた結果は5,781円/m³であった。

表3 焼耐粕堆肥化処理単価

項目	単位	円
副資材償却費(10年)	(円/年)	70,000
堆肥舎償却費(20年)	(円/年)	500,000
イニシャルコスト計	(円/年)	570,000
燃料費	(円/日)	400
作業衣等償却	(円/日)	100
作業日数	(日/年)	80
ランニングコスト計	(円/7区・年)	40,000
人件費単価	(円/8時間)	5,250
作業時間	(時間/日)	6
散布作業日数	(日/年)	80
人件費計	(円/7区・年)	315,000
合計	(円/年)	925,000
年間焼耐粕発生量	(L)	160,000
焼耐粕処理単価	(円/m ³)	5,781

まとめ

S 町の G 社における焼酎粕堆肥化処理単価は、5,781 円/m³ と試算された。米や麦を原料とする焼酎製造業者は、生産業者と提携することで堆肥化の副資材の確保が容易であるが、離島という地域特性に加え堆肥化副資材の発生を伴わない醸造体系においては、その確保が課題となる。しかしながら公共事業等で発生する剪定木チップを活用することで堆肥化が可能であると示唆された。

過去、九州地方での焼酎粕の海洋投棄処分委託費は、約 4,000 円/m³とされていた。今回の処理単価費は、その金額より高価であるが、副資材となる剪定木チップの購入費用をさらに圧縮することによって、処理経費を抑えることは十分可能である。また、仮に焼酎粕を産業廃棄物処理業者に委託する場合の単価は、10,000～20,000 円/m³も言われその価格と比較すると

十分安価であると思われる。

今回のコスト評価は、他の離島地域や小規模な焼酎業者において、これまで客観的なコスト評価が行われていなかった堆肥化処理の選択を検討する資料となりえると考ええる。

謝辞

バイオパーク(株) 山口智士取締役園長には、焼酎粕の共同研究者として、実践的なアドバイスを頂き深く感謝申し上げます。

なお、この研究は、長崎県商工連合会農商工連携ファンド助成事業の一部である。