

食品加工廃棄物の有効利用技術の開発

— 野積み法によるブドウ圧搾粕コンポスト化の実用化試験 —

小宮山美弘・荻野 敏・歌田 誠

Development of Effective Utilization Technology of Food Processing Waste

— Practical Experiments of Composting of Strained Lees of Grape by Windrow —

Yoshihiro KOMIYAMA · Satoshi OGINO and Makoto UTADA

要 約

山梨県内のワイン醸造場から収集した甲州種ブドウ圧搾粕を用いて、嫌気発酵を促す野積み法による実用規模のコンポスト化実験を行った。pHは1か月後に中性付近に達し、2か月後にはアルカリ性となった。蛋白質も急激に増加し、3か月後にはほぼ一定となった。水分は60~70%台で推移し、水分含量は高いが、微生物相の変化から発酵は順調に進行していた。遊離アミノ酸は、プロリンやアルギニンの減少、グルタミン酸の増加など野積み発酵の特徴を示し、順調なコンポスト化の進行が認められた。対照として実施した実験室規模の野積み法ではコンポスト化の進行が遅れた。

1. 緒 言

既報¹⁾において、ブドウ圧搾粕のコンポスト化は、粕の排出時期の季節性、不連続性のため、連続通気発酵法ではかえって非効率的になることと、難発酵性のセルロース類の分解が不十分であることがわかった。一方嫌気発酵法である野積み法は、コンポストの利用までは時間を要するが、製品肥料の性質も良く、このような季節性のあるブドウ粕の場合は有効であるとの結論に達した。

そこで、本研究ではさらに野積み法の実用化を目指し、実用化規模でコンポスト化実験の対照として、実験室規模の水分調整可能なバスケットを用いたコンポスト化実験を行い、比較検討した。

2. 実験方法

2-1 供試料

原料の甲州種ブドウ圧搾粕（水分69.2%、蛋白質1.9%、脂質1.7%、繊維成分10.9%、非繊維炭水化物15.3%、灰分1.0%；3回の分析の平均値で示した）は山梨県内のワインメーカーから収集し、2日放置後実験に供した。なお、分析は収集直後の試料を用いて行った。

2-2 コンポスト化方法

収集した試料は2つに分け、100ℓの容器に容積として80%程度になるように投入した。2つのうち一つの容器には水分調整のため、桂の木のおがくずの混入割合を粕3に対して1の割合にして混合した。したがって、おがくずの

混入試験区は粕の割合が粕のみの試験区より少なくなった。

コンポスト化は嫌気発酵を採用したので、通常は密閉し、日中（8時間）は開放した。既報¹⁾の結果を参考に10日に1度の攪拌を行った。一方、実用化規模の実験として、東八代郡御坂町土造りの会（会長 平井政昭）の協力を得て実験場を確保し、ここに約5トンの粕を同一ワインメーカーから搬入した。粕は山状に積み重ね、そのままの状態に放置し、2週間に1回の切り返しを行った。実験場と実験の状態は写真1及び2に示したとおりである。実験開始時期は平成7年10月18日であった。



写真1 御坂実験場の全景

中央ブルドーザーは切り返しの際に使用する



写真2 ブドウ粕の野積み状態

2-3 分析方法

2-3-1 一般成分

使用粕中の一般成分は既報¹⁾に従って分析し、粕100g中の百分率を示した。なお、おがくず混入試料は、おがくずを排除した試料を分析した。

2-3-2 可溶性蛋白質とpH

既報¹⁾の方法に準じて分析試料を調製して測定した。この場合もおがくずを排除した（以下同様である）。

2-3-3 微生物菌数の測定法

測定の対象微生物は既報¹⁾に同じであったが、実用化の観点から一般生菌数とコンポストの衛生状態のチェックと

して大腸菌群の測定を実施した。一般生菌数には市販生菌数測定用培地、大腸菌群も市販のデスオキシコーレイト培地を使用した。

2-3-4 遊離アミノ酸分析

可溶性蛋白質測定用の粕からの抽出液を用い、この液を0.2 μ mのフィルターで濾過後、日立製作所製アミノ酸自動分析機L-8500型を用いて分析した。

3. 結果及び考察

3-1 ブドウ压榨粕発酵中の水分、蛋白質及びpHの変化

結果は表1に示した。採取粕の水分は60%台後半で、御坂実験場の試料の水分が採取時期の違いから若干少なかった。蛋白質含量はほぼ同量で、pHはブドウの粕として当然の測定値であった。粕のみの試験区の水分は2か月後の数値が異常に低いのを除けば60%前後と発酵の進行の妨げにはならなかった。おがくず添加区の水分は徐々に減少し、2か月以降では40%を下回った。試料の水分が40%を下回るような状態になると、発酵の進行には悪い影響が懸念された²⁾。一方、御坂実験場では70%近くを推移し、発酵の進みにくい環境と推察された²⁾。しかし、コンポスト化の進行の指標の一つである可溶性蛋白質の変化を見ると、御坂実験場の試験区が最も多く、その増加速度も速かった。3~4か月では9%近くに達し、その後の変化からほぼ定

表1 野積み発酵中のブドウ压榨粕の水分、蛋白質及びpHの変化

		発酵前	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後	5か月後
水分 (%)	A	68.2	65.1	46.2	60.9	60.0	59.3
	B	68.2	60.4	39.2	37.6	38.2	37.3
	C	65.8	60.8	77.6	67.1	68.1	69.5
蛋白質 (%)	A	2.1	2.4	4.9	5.1	5.3	5.8
	B	2.1	3.5	6.0	4.5	5.8	5.3
	C	2.0	3.8	5.1	8.9	8.8	9.1
pH	A	3.91	4.31	6.90	6.73	7.01	7.55
	B	3.91	3.78	6.65	6.63	6.85	7.47
	C	3.63	6.61	8.49	7.71	7.95	7.99

A；粕のみ，B；粕+桂のおがくず，C；御坂実験場

常値に達したものと推察された。100ℓ容器での試験区は、いずれの蛋白質の増加量も御坂実験場に較べて少なかった。特に水分換算を行うと、おがくず添加区は3試験区の中で最も少なく、発酵の進行の遅れていることは明らかであった。pHの変化もこれらの結果を裏づけており、御坂実験場の試料のpHは1か月で中性付近まで達し、2か月後では8.49となり、順調にコンポスト化が進行していることがわかった。他の2試験区は遅れていることが推察された。

3-2 ブドウ圧搾粕発酵中の微生物相の変化

既報¹⁾の結果から、野積み法による内在微生物の自然増殖による方法が種付け方法より簡易で効果的であることが明確になったので、同様に自然発酵法によった。結果は表2、表3及び表4に示した。発酵前の微生物相は既報¹⁾の試料と似通っていたが、今回の試料は酵母の比率が高かった。100ℓ容器での実験では粕のみとおがくず添加区には大差はなかったが、粕のみの試験区は菌数が多かった。本実験では深さ10cmのところの微生物相であるが、当然測定位置によって異なるが、既報¹⁾との比較のため同じ位置で測定した。有機物でも比較的分子量の小さいものは糸状菌

や細菌によって分解されるが、繊維成分に代表されるような難分解性成分は放線菌による分解が有効である。今回の100ℓ容器での試験ではいずれも10⁷台で、御坂実験場での10⁸台に比較して少なかった。御坂実験場での結果を見ると、酵母を除いていずれも他の試験区に較べて多く特に放線菌数が明らかに多かった。このことは、可溶性有機物のみならず、難分解性有機物の分解も促進されていることが証明されていることになり、蛋白質含量やpHの変化からも裏づけられた。このように実験場の結果が小試験結果より優れていた理由については、今回の実験では明らかにはできないが、野積み層の厚さや層内温度の差異により生育環境が良かったものと推察された。なお、積層内温度の詳細な測定は実施しなかったが、外側温度は小試験区の方が高く、内側は実験場の方が10℃以上高かった。

3-3 ブドウ圧搾粕発酵中の遊離アミノ酸の変化

結果は表5に示した。圧搾粕のアミノ酸組成の特徴はプロリンとアルギニンにあり、甲州ブドウ果汁のアミノ酸組成²⁾をそのまま反映していた。発酵過程での変化から明らかかなことは、P-ser, Asp, Ser, Glu, Ala及びValの増加、Pro, β-ABA, Lys及びArgの減少であった。この増加及び

表2 野積み発酵中のブドウ圧搾粕の微生物相の変化(粕のみ)

	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後	5か月後
一般生菌	1.3 × 10 ⁹	3.9 × 10 ⁹	7.3 × 10 ⁹	9.3 × 10 ⁹	10.4 × 10 ¹⁰
糸状菌	5.9 × 10 ⁸	2.0 × 10 ⁹	8.0 × 10 ⁸	6.6 × 10 ⁸	7.7 × 10 ⁹
酵母	1.1 × 10 ⁹	1.4 × 10 ⁹	5.0 × 10 ⁹	9.0 × 10 ⁹	8.3 × 10 ⁹
放線菌	6.6 × 10 ⁸	7.7 × 10 ⁸	8.2 × 10 ⁷	6.6 × 10 ⁷	9.9 × 10 ⁷
大腸菌群	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

圧搾粕の微生物相：一般生菌 3 × 10⁸、糸状菌 2.1 × 10⁷、酵母：1.1 × 10⁸、放線菌：5.1 × 10⁵

表3 野積み発酵中のブドウ圧搾粕の微生物相の変化(おがくず混入)

	1か月後	2か月後	3か月後	4か月後	5か月後
一般生菌	1.6 × 10 ⁸	3.6 × 10 ⁸	3.8 × 10 ⁹	7.3 × 10 ⁹	7.9 × 10 ¹⁰
糸状菌	1.4 × 10 ⁸	9.6 × 10 ⁸	8.0 × 10 ⁸	3.7 × 10 ⁸	5.7 × 10 ⁹
酵母	1.3 × 10 ⁸	1.4 × 10 ⁸	1.0 × 10 ⁹	5.0 × 10 ⁹	6.8 × 10 ⁹
放線菌	7.7 × 10 ⁸	9.0 × 10 ⁸	9.1 × 10 ⁷	5.3 × 10 ⁷	7.3 × 10 ⁷
大腸菌群	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

圧搾粕中の微生物相は粕のみと同じ

表4 野積み発酵中のブドウ圧搾粕の微生物相の変化（御坂実験場）

	1 か月後	2 か月後	3 か月後	4 か月後	5 か月後
一般生菌	1.6 × 10 ⁹	4.8 × 10 ⁹	1.0 × 10 ¹⁰	6.3 × 10 ¹⁰	9.9 × 10 ¹⁰
糸状菌	5.4 × 10 ⁸	2.0 × 10 ⁹	3.0 × 10 ⁹	1.7 × 10 ⁹	3.8 × 10 ⁹
酵母	6.0 × 10 ⁹	3.0 × 10 ¹⁰	9.0 × 10 ⁹	1.0 × 10 ⁹	1.1 × 10 ⁹
放線菌	4.0 × 10 ⁵	2.8 × 10 ⁴	9.8 × 10 ⁴	9.3 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁹
大腸菌群	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出

圧搾粕中の微生物相は粕のみと同じ

減少の程度が最も激しかったのは、C試験区すなわち御坂実験場であった。コンポスト化の進行の指標としては、アスパラギン酸、グルタミン酸の著しい増加と、プロリン及びアルギニンの急激な減少を既に認めている⁴⁾。この結果を参考にして本試験のコンポスト化の進行度合を推察すると、C試験区が最も進行していることになる。特にグルタミン酸の増加とプロリン及びアルギニンの減少は顕著で、他の二つの試験区の変化より明らかに大きかった。A及びBの試験区を比較すると、いずれもこれらのアミノ酸の変

化はA試験区の方が大きく、粕のみで行った場合のコンポスト化の方が進行していることになる。他の変化が認められるアミノ酸も指標として使用できる可能性はあるが、このまま使用できるか否かを明らかにすることは今回の実験のみでは困難である。なお、5ヶ月間でコンポストとして使用できるか否かについては、アミノ酸の変化からのみ判断すると、使用可能なコンポストはアルギニンとプロリンが残存していないことから⁴⁾、C試験区がほぼ使用可能に近いと推定されるが、A及びBではさらに時間を要すると

表5 野積み発酵中のブドウ圧搾粕の主要遊離アミノ酸の変化

圧搾粕	A					B					C					
	1	2	3	4	5か月	1	2	3	4	5か月	1	2	3	4	5か月	
	(mg/100g粕)															
P-ser	12.4	13.3	11.5	16.7	19.3	20.6	11.6	13.6	15.7	18.6	20.3	11.6	18.8	28.9	29.1	30.0
Asp	5.9	6.6	8.9	7.3	10.6	15.9	5.8	8.9	9.4	11.9	21.3	8.9	13.1	11.8	19.0	29.6
Thr	3.6	4.4	5.5	3.3	8.9	4.8	6.9	3.1	4.2	7.3	3.7	5.2	3.3	7.9	4.8	9.7
Ser	5.6	5.7	4.6	8.9	9.1	9.4	7.3	6.0	4.1	9.1	10.2	5.7	13.4	18.9	9.8	10.0
Glu	3.8	5.6	7.8	17.8	29.7	31.7	4.3	8.6	9.1	15.8	16.0	6.9	18.8	30.6	59.4	66.3
Gly	5.4	3.1	4.6	3.2	7.3	5.8	3.3	1.8	6.1	4.3	5.0	5.0	9.0	18.0	10.0	8.6
Ala	9.1	10.1	11.3	17.9	15.3	18.6	8.4	11.9	19.5	16.5	16.3	9.6	29.6	19.0	28.3	13.3
Pro	35.5	30.0	30.1	25.6	20.0	10.0	35.8	32.1	29.3	30.5	19.7	20.8	13.5	10.0	3.0	2.1
Val			3.2		6.1	13.8	1.6	3.8	5.9		10.8			6.4	29.7	31.0
Leu	5.1	6.1	5.7	7.3	5.1	4.3	6.2	5.1	4.6	3.2	5.3	5.1	6.1	4.1	5.2	5.3
β-ABA	10.4	11.3	10.5	8.3	7.5	7.0	9.6	8.3	9.7	5.4	5.0	7.3	9.0	5.4	3.2	3.0
Lys	12.5	10.3	10.7	9.4	8.9	5.8	9.8	9.4	8.6	4.5	5.7	8.0	7.8	7.9	3.0	1.1
Arg	153.2	130.0	129.9	97.8	48.1	30.1	140.9	139.4	110.6	88.3	60.7	100.1	60.6	22.1	11.7	7.0
Total *	262.5	236.5	244.3	193.3	195.9	177.8	251.5	252.0	236.8	215.4	200.0	194.1	203.0	191.0	216.2	217.0

A；粕のみ，B；粕＋桂のおがくず，C；御坂実験場

*表示以外のアミノ酸も検出されたが、微量なので表示しなかった

思われた。

また、40%前後のような低い水分では発酵の進行が阻害されることがわかった。

4. 結言

甲州ブドウ圧搾粕を用いて、100ℓ用容器の小試験（粕のみと、水分調整のためのおがくず添加区）と実用化規模の大型コンポスト化実験を行った。実用化実験では蛋白質の増加やpHの上昇は順調に推移し、遊離アミノ酸の変化を考慮すると、ほぼ5ヶ月でコンポストとして使用に近い状態になった。一方小試験区のコンポスト化の進行は遅く蛋白質の増加やpHの上昇時期も遅れた。この原因としては、微生物数の差異及び放線菌に見られるような微生物相

の違いと、実用化試験での粕の積層内の温度差と推定された。また、粕中の水分含量は70%近くでも悪い影響はなく、むしろ40%前後と少ない場合には影響を受けた。

したがって、実用化規模でのコンポスト化は5ヶ月でも十分使用可能と思われた。

参考文献

- 1) 小宮山美弘・荻野 敏・樋川 芳仁：山梨県工業技術センター研究報告, 9, (1996)
- 2) 藤田賢二：コンポスト化技術, 技報堂 (1993)
- 3) 長尾明利・花牟礼研一・西 裕・八木佳明・佐藤充克：ASEV. Jpn. Rep., 4(3), 199(1993)
- 4) 小宮山美弘：未発表