

# バイオ技術を利用した食品加工廃棄物の有効利用

## —ブドウ圧搾粕のコンポスト化の試み—

小宮山美弘・荻野 敏・樋川 芳仁

### Utilization of Food Processing Waste Using Biotechnology

#### —Disposal of Strained Lees of Grape by Composting—

Yoshihiro KOMIYAMA · Satoshi OGINO and Yoshihito HIKAWA

#### 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連続通気法による高速コンポスト化と野積み法による嫌氣的堆肥化法を試みた。高速コンポスト化法では、pHは6以上でないとき温の上昇が抑制されてコンポストの進行は十分でなかった。pH調整粕の発酵は順調に進行し、一次発酵は約3週間で終了した。しかし、肥料効率を上げるための二次発酵は不十分であった。野積み法によるコンポスト化実験では3~4ヶ月でpHの上昇が見られ、可溶性蛋白質も増加し、肥料としての利用が可能と思われた。

#### 1. 緒 言

ワイン醸造工場から排出されるブドウ圧搾粕の利用は、現在のところ肥料や飼料としての一部の利用を除き廃棄処分されている。著者らは前報<sup>1)</sup>で圧搾粕中の有用成分の検索と回収を検討したところ、糖分が意外にも多量に含まれていることがわかり、その回収方法を示した。しかし、回収コストの問題もあり、利用目的が限定されてくるのが難点と思われた。

そこで、本法では現在最も実用的な観点から利用されているブドウ粕のコンポスト化について、連続通気法によって短期間に肥料化を行う好気的方法について検討し、その可能性と問題点を明らかにすることを目的とした。また、ブドウ圧搾粕が極めて季節的な原料であることから、ブドウ粕のみを処理する場合の施設の稼働率やコストの点から、肥料の利用期間の幅が広い野積み法についても検討した。

#### 2. 実験方法

##### 2-1 供試料

原料の甲州種ブドウ圧搾粕（分析結果は結果に示した）は山梨県内のワインメーカーから収集し、使用まで3℃の冷蔵庫に保存した。

##### 2-2 発酵装置

高速コンポスト化を目的とした発酵試験には図1に示した容器を用いて行った。容器は約30ℓで、底面から5cmの

位置に直径5mmの穴を40個をあけた円盤を設け、下部からポンプにより連続的に空気を送り（6mm/min）、円盤上においた粕は時々攪拌した。反応状況を把握するため、1日3~5回容器内の温度を測定した。また同時にpH、水分及び微生物相を測定した。実験中は容器を蓋で覆ったが、密閉にはしなかった。

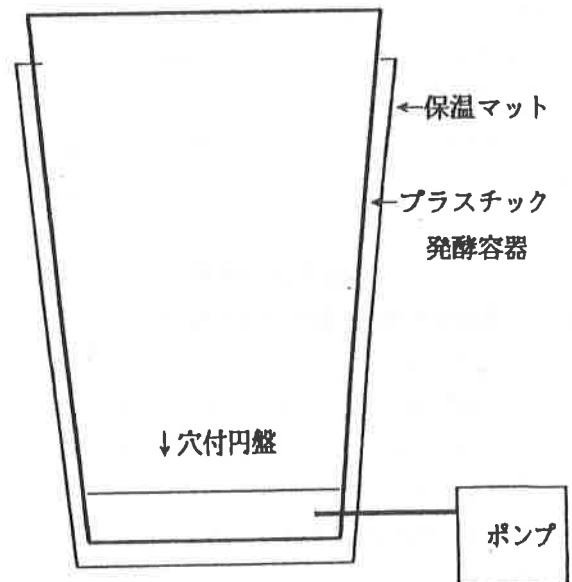


図1 コンポスト化のための発酵装置

野積み法の実験には約100ℓのプラスチック容器を用い、この中に約8割の容量になるようブドウ粕を投入し、屋外

において発酵させた。容器の底部には数箇所の穴をあけ、底部に蓄積する水分などの液体物を除去した。発酵中は容器を密閉し、10日に1度の割合で攪拌、切り返しを行った。

### 2-3 分析方法

#### 2-3-1 一般成分

原料粕中の水分、蛋白質、脂質、繊維及び灰分の分析は、常法<sup>23)</sup>により、それぞれ試料100 g中の百分率で示した。

#### 2-3-2 可溶性蛋白質とpH

粕中の可溶性蛋白質は、粕100 gに100 gの蒸留水を加えて100℃、10分間加熱抽出した。抽出液は濾過後一定容にし、その窒素量を常法により測定して蛋白質として示した。pHは試料10 gを採取して10mlの蒸留水を加えて攪拌後測定した。

#### 2-4 微生物菌数の測定法

測定の対象とした微生物は、細菌、糸状菌、放線菌、及び酵母であった。試料中の微生物は土壤微生物実験法<sup>24)</sup>に基づき、試料10 gに滅菌蒸留水90mlを加えて20分間攪拌して得られる液中の微生物を寒天培地で培養し、そのコロニー数を計数した。使用した培地組成は次の通りであった。  
細菌：普通ブイヨン培地；肉エキス3 g，ペプトン10 g，塩化ナトリウム5 g，寒天15 g，蒸留水1 ℓ (pH7.0)

糸状菌：ポテトデキストロース培地；栄研化学株式会社製の市販培地

放線菌：フミン酸1 g，Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.5 g，KCl 1.7 g，MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.05 g，FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.05 g，FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.01 g，CaCO<sub>3</sub> 0.02 g，ビタミン類（チアミン塩酸，リボフラビン，ナイアシン，ピリキドサルリン酸，イノシトール，パントテン酸カルシウム，p-アミノ安息香酸の各々0.5 g，ビオチン0.25 g），シクロヘキシミド50mg，寒天18 g，蒸留水1 ℓ (pH7.2)

酵母：YM培地； maltエキス3 g，酵母エキス3 g，ブドウ糖10 g，ペプトン5 g，寒天15 g，蒸留水1 ℓ (pH5.0)

## 3. 結果及び考察

### 3-1 使用圧搾粕の一般成分分析結果

ブドウ圧搾粕の一般成分は、3回の平均値で、水分70.6%，蛋白質2.0%，脂質1.8%，繊維成分10.5%，非繊維炭水化物13.9%，灰分1.2%であった。この数値は既報<sup>1)</sup>のブドウ粕の平均値に近いが、やや水分の多い粕と思われた。

### 3-2 ブドウ粕のpHが高速コンポスト化に及ぼす影響

コンポスト化の進行は原料組成にもよるが、pHは特に影響が大きいと言われている<sup>25)</sup>。本実験に用いた粕のpHは3.48であり、通常酸性側では起こりにくいとされているので、この粕のpHを水酸化カリウムを添加して5，6，8の3段階で実験を行った。結果は図2に示したとおりで、pH5

では品温の上昇は30℃程度までで、肥料化はほとんど進行しなかった。しかし、pH6では最高温度は50℃まで達し、急速な肥料化の進行がみられた。pHが8になると、6より品温は上昇するが、その差は少なかった。したがって、連続通気法による高速コンポスト化についてはpHが6付近に発酵の良否の境界があるものと推察された。

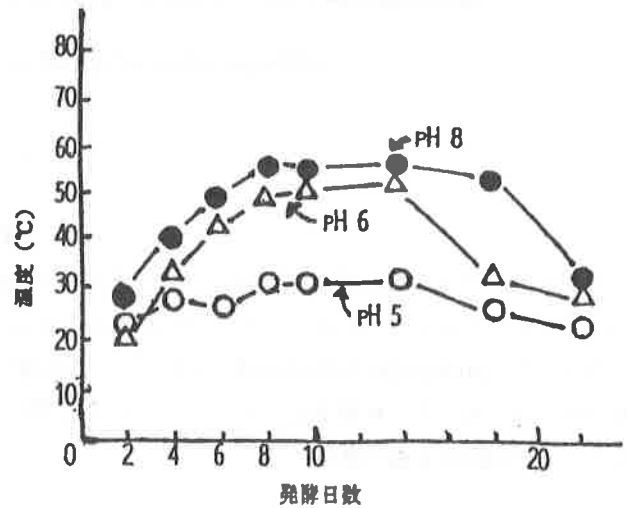


図2 ブドウ粕のpHが発酵温度に及ぼす影響

### 3-3 pH6調整ブドウ粕の発酵経過

pH6に調整した粕の発酵経過を、品温と含水率及びpHの変化から調べた結果を図3に示した。連続酸素供給により、酸化反応は急進して品温は急激に上昇し、それとともに含水率は低下した。pHは当初6に調整してあったが、約3週間の反応で7.7にまで上昇し、発酵が順調に進行していることがうかがわれた。本粕は反応開始の水分が70%台とコンポスト化を進行させるには少し多かったが、発酵末期には50%まで減少した。本反応は一次発酵としては比較的順調に進行したものと思われた。ただ発酵は含水率にも多く

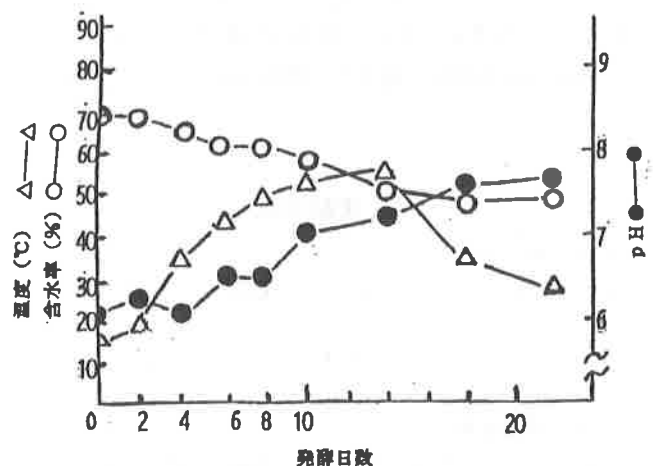


図3 pH6調整ブドウ粕の発酵経過

影響されるので、水分含量を変えての試験も必要と思われた。なお、二次発酵（後発酵）はいわゆる野積み法で行ったが、繊維成分などの分解は予想より低く、方法の違いなのか、ブドウ粕自身の違いなのか検討の必要が思推された。

### 3-4 発酵過程での微生物相の変化

コンポスト化をすみやかに進行させるには、特定の微生物を培養していわゆる種付けを行う場合もあるが、もともと原料に付着している微生物を増殖させ、混合微生物から各種の原料成分の分解機能を利用することが得策である。

そこで、記述の発酵試料からどのような微生物が関与しているかを明らかにするため、細菌、糸状菌、放線菌及び酵母数を調べ、結果は図4に示した。発酵2日目で、細菌が最も多く、次いで糸状菌、放線菌及び酵母の順序であった。いずれも発酵の経過とともに増加していくが、細菌と糸状菌は全ての期間で主要微生物であった。酵母と放線菌のバラツキが大きかった。この微生物相が一次発酵を順調にさせたと考えられるが、最も重要なことはこれらの微生物が原料に対してどのような働きを持っているかを知ることと、再現性であろう。ただ、連続コンポスト化において、発酵が順調に進めば原料が供給される限り問題がなく、したがって、発酵初期の微生物相の基質の資化性の良否が重要となるものと思われた。

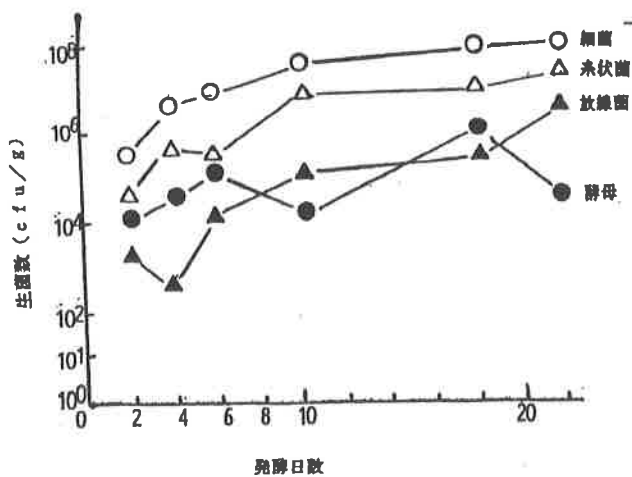


図4 pH6調整ブドウ粕の発酵過程の微生物相の変化

### 3-5 野積み発酵法によるコンポスト化

連続通気法によるコンポスト化のメリットは、発酵期間が短いこと、一端発酵が順調に進行すると原料が供給される限り連続的に得られることである。しかし、本原料の場合、ワイン原料ということもあり、ブドウ圧搾粕は季節的に限定され、連続供給が困難である。したがって、ブドウ圧搾粕のみに限定すると連続コンポスト化は有利とはいえない。そこで期間は要するが、安定した野積み発酵法によ

るコンポスト化を試みた。野積み発酵中の発酵経過を表面から10cm下で、pHの変化を中心に調べた結果を表1に示した。

表1 野積み発酵中のブドウ粕の蛋白質とpHの変化

	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
全蛋白質 (%)	1.3	1.5	1.7	1.7
可溶性蛋白質 (%)	0.2	0.2	0.5	0.6
pH	7.64	8.31	8.49	8.50

ブドウ貯蔵粕：全蛋白質1.4%, pH3.48  
可溶性蛋白質0%,

発酵粕中の窒素成分を蛋白質として示したが、1ヶ月まではあまり変化しなかった。2ヶ月以後は増加し、微生物の増殖が影響しているものと思われた。また、熱水に溶出される可溶性蛋白質は発酵期間が長くなるのに伴ない増加し、肥料化が進行していた。最も特徴的なことはpHの変化であり、すでに1ヶ月でpHはアルカリ側に傾き、コンポスト化が順調に進行していた。外観的にも黒色化し、容量の減少もみられ、4ヶ月では粕の形も崩れかけていた。コンポストの施肥効果については本実験では試みなかったが、今後実際に検討する必要があるものと思われた。

この発酵中の粕の微生物相の変化は表2に示した。

表2 野積み発酵中のブドウ粕の微生物相の変化

	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
細菌	6.3x10 <sup>6</sup>	4.1x10 <sup>7</sup>	6.0x10 <sup>8</sup>	3.1x10 <sup>7</sup>
糸状菌	3.5x10 <sup>6</sup>	4.2x10 <sup>5</sup>	4.1x10 <sup>5</sup>	1.0x10 <sup>5</sup>
放線菌	4.3x10 <sup>7</sup>	3.8x10 <sup>7</sup>	9.2x10 <sup>7</sup>	8.5x10 <sup>7</sup>
酵母	2.5x10 <sup>5</sup>	3.5x10 <sup>5</sup>	8.5x10 <sup>5</sup>	3.5x10 <sup>6</sup>

圧搾粕の微生物相：細菌6.2x10<sup>4</sup>, 糸状菌4.1x10<sup>4</sup>  
放線菌5.1x10<sup>5</sup>, 酵母1.5x10<sup>4</sup>

微生物相は野積み法の場合、表面からの深さにより異なる。深層部の微生物数は極端に少なくなる<sup>6)</sup>ので、時々攪拌が必要であり、本実験では表面から10cmの深さの微生物相である。細菌は発酵中に増加の傾向にあり、糸状菌は大きな変化はなかった。放線菌は初期に増加して、その後横這いであった。酵母は他の微生物に比較すると、発酵中を通して比較的低レベルで推移した。しかし、全体として微生物の種類は幅広く存在し、コンポスト化も複合的な反応で行われるものと思われた。いずれにしても、ブドウ粕は、付着微生物によって十分分解されるものと考えられ、有機

肥料として4ヶ月程度で利用されるものと推察された。ブドウ粕以外では、水産加工廃棄物や大豆加工品副生物（おから）の微生物利用が試みられているが<sup>7)</sup>、いずれも真菌類や乳酸菌などの培養物の添加が行われており、飼料化や肥料化の可能性を見い出している。また、ミカン搾汁粕でも微生物の利用により、肥料としての有効性を認めている<sup>8)</sup>。しかし、微生物の前培養など複雑なこともあり、ブドウ粕のような微生物が多く付着している試料は本法のような方法も簡易で効果的と考えられる。

#### 4. 結 言

甲州ブドウ粕を用いてコンポスト化の実験を行った。連続酸素供給による高速コンポスト化では、pH6以上で正常に進行し、約3週間で一次発酵は終了した。しかし、二次発酵（後発酵）はゆるやかで、十分な肥料は得られなかった。原料水分は70%程度でも十分進行したが、発酵の進行の安全性をみる場合は50%程度が必要と思われた。これら発酵に関与する微生物は、幅広い種類に及び複雑な発酵過程を経るものと思われた。

野積み法によるコンポスト化は、pHも発酵開始1ヶ月後にはアルカリ性になり、外観変化や可溶性蛋白質も急増し

て肥料化が進行した。発酵開始4ヶ月後には肥料として使用できるのではないかと考えられた。

最後に、本研究にご協力をいただいた当工業技術センター工藤正志主任研究員及び長田孝研究員に感謝します。

#### 参考文献

- 1) 小宮山美弘・辻 政雄・恩田 匠：山梨県工業技術センター研究報告, 8, 79 (1994)
- 2) 科学技術庁資源調査会：日本食品成分表の改訂に関する調査報告書, P20～30 (1982)
- 3) 小原哲二郎・岩尾裕之・鈴木隆雄：日本食品分析ハンドブック (建帛社), P246 (1969)
- 4) 土壤微生物研究会編：土壤微生物実験法, 養賢堂 (1975)
- 5) 藤田賢二：コンポスト化技術, 技報堂 (1993)
- 6) 三宅正起・稲葉伸也・中山公彦・前田久夫・伊福 靖：日食工誌, 38, 398 (1991)
- 7) 斎藤宗久, 久保克己：長崎県工業技術センター研究報告, 30, 37 (1994)
- 8) 三宅正起・稲葉伸也・中山公彦・前田久夫・伊福 靖：日食工誌, 38, 405 (1991)