

# 発酵豚糞飼料の飼料価値について

吉田條二・中村亮八郎・末光恵三\*

## Nutritive Value of Swine Ration Fermented with Swine Waste

JOJI YOSHIDA, RYOHACHIRO NAKAMURA  
and KEIZO SUEMITSU\*

### 緒 言

近時、畜産の発展と多頭化の進展にともない、糞尿処理と購入飼料費の高騰が大きな課題となっている。飼料原料の大部分を輸入に依存している我国において、糞尿を飼料として有効に再利用出来るならば、糞尿処理の面からも極めて有益であろう。家畜の排泄物を飼料として再利用する試みは諸外国でも行われており、米国では、積極的に取り組まれているようである。鶏糞<sup>1)~3)</sup>、牛糞<sup>1)</sup>、<sup>4)</sup>、豚糞<sup>1)</sup>、<sup>5)</sup>等について種々の試みがなされ、鶏糞については多くの研究成果が発表されている。しかし、豚糞については、その取扱上の難点等から未だ確たる利用法はないようである。最近、豚糞尿混合物を攪拌曝気して得られた発酵糞尿の豚への給与法についての記述<sup>6)</sup>もあるが、また、豚糞を濃厚飼料とともに発酵させ、その嗜好性、保存性を高めて豚の飼料として利用する試みがある。著者等はこの発酵豚糞飼料について、当該豚糞の飼料価値を検討したので報告する。

### 実 験 方 法

#### 1. 発酵飼料の調製

##### a) 発酵材料と混合

第1表に示すとおり、副原料としては二種混合、生米ヌカ、大豆粕を表示の割合で混合し、これに食塩0.56%

第1表 発酵飼料、副原料の配合割合

	発 酵 飼 料 ( 実 験 I )	副 原 料 ( 実 験 II )
豚 糞	6 0 kg	— kg
二 種 混 合	6 0	6 0
生 米 ヌ カ	1 5	1 5
大 豆 粕	1 5	1 5
食 塩	0.5	0.5
炭酸カルシウム	1.8	1.8
発 酵 菌 末	0.1 5	—
酸化クロム*	( 0.1 5 )	( 0.1 5 )
合 計	1 5 2.4 5	9 2.3

\* 大豆粕粉末に混合し、大豆粕重量に含まれる。

炭酸カルシウム2%を添加した。なお、指標物質としてCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末を粉砕した一部の大 豆 粕 で 稀 釈 した 後 に 全 量 と よ く 混 合 した。豚糞は当日豚舎より収集した生豚糞を良く混合した後、その一部を発酵材料に供した。これらの混合には石田式特殊攪拌機を使用し、上記のとおり、まず、副原料部分を充分混合した後、さらに豚糞を投入し、良く混合した。その際、[*Asp. oryzae*, *Asp. nigar*, *St. lactis*, *L. plantarum*, *P. brevicompactum*]等を含むといわれる発酵菌末を添加した。

##### b) 発酵と保存

混合終了後、断熱材で周囲を囲った発酵場所(110 cm × 200 cm × 高さ80 cm)に堆積し、上部を麻袋で覆い、5月30日から6月1日の約2日間発酵させた。発酵終了後、これを払げて放冷し、ビニール袋につめて凍結保存した。

\*新利根協同農学塾農場

School Farm of Shintone Co-operative  
Association

2. 消化試験

a) 実験動物

ランドレース、ハンブシャー、大ヨークシャーの三元雑種の同腹豚で体重36.0kg (No.1), 38.4kg (No.2)の雄2頭を使用した。

b) 試験方法

豚はそれぞれ消化試験用檻に收容し、糞尿分離を行い、本試験期間中は朝給餌後に糞を採集した。消化試験は発酵飼料(実験I)および副原料(実験II)につき、各々10日間の予備飼育後、7日間の本試験を行った。飼料給与量は給餌後1時間以内の食下可能量とし、1日1頭当たり1500gを朝夕2回に分与した。また、飲水はその都度与えた。発酵飼料は凍結保存したものを必要量ずつ解凍給与した。副原料給与時にはV・A、DおよびB剤を補足添加し、水で充分湿らせて給与した。

c) 分析試料の調製

採集後凍結保存した糞は、試験終了後解凍し、各1日分を播潰機でよく混合した後、その重量の10分の1ずつを集め真空凍結乾燥後粉碎し、分析試料とした。また、給与飼料は、給与毎に100gずつ凍結保存したものを試験終了後解凍混合し、その一部を真空凍結乾燥後粉碎し、分析試料とした。なお、原料豚糞、発酵前試料等についてもこれに準じて調製を行った。

3. 各種成分の分析法

一般成分は常法<sup>7)</sup>、純たん白はBarnstein法<sup>7)</sup>、全糖はBertrand法<sup>8)</sup>に従った。VBNは分析試料の水浸出液についてConway法<sup>9)</sup>によりNH<sub>3</sub>-Nとして、VFAは同浸出液についてPenningtonの方法<sup>10)</sup>により定量した。また、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の定量はリン酸カリ試薬法<sup>11)</sup>によった。

4. 消化率の算出

全糞(全量)採取法および指標法の両方について算出した。なお、糞由来成分の消化率は、発酵による成分損失は全て副原料に由来し、糞成分は変化しなかったと仮定して計算を行った。

実験結果

1. 原料豚糞、副原料の各種成分

第2表に示すとおり、固形物中含量では、豚糞はNF

第2表 豚糞、副原料の各種成分含量等

		豚糞	副原料
水	固形物	74.83%	14.14%
		25.17	85.86
固形物中	粗蛋白質	26.03	18.49
	粗脂肪	8.07	6.68
	粗繊維	12.81	3.43
	粗灰分	13.56	6.38
	NFE	39.53	65.02
	純蛋白質	19.40	17.71
全糖		25.24	60.94
	純蛋白質	74.55	95.75
	NFE	63.86	93.73

E以外の一般成分は全て副原料より高く、粗蛋白質で1.7倍、粗繊維で3.7倍、粗灰分で2.1倍であったが、NFEは副原料の約62%と著しく低かった。純蛋白質では大差なく、純蛋白質/粗蛋白質は豚糞がかなり低いの、豚糞中にはNP Nが多いことが認められた。また、全糖/NFEも豚糞がかなり低く、そのNFEは内容的に劣質と判断された。

2. 発酵による成分含量の変化等

発酵飼料は良好なサイレージ臭を有し、第3表に示す

第3表 発酵による成分含量変化等

		発酵前	発酵後	残存率
総重量	pH	6.4	5.3	—
		150.8 kg	145.5 kg	96.5%
新鮮物	水分	37.87%	37.10%	94.5
	固形物	62.13	62.90	97.7
	粗蛋白質	12.24	12.88	101.5
	粗脂肪	4.55	4.76	101.0
	粗繊維	2.84	3.06	104.0
	粗灰分	4.75	4.96	100.8
	NFE	37.75	37.24	95.2
中	純蛋白質	10.95	10.83	95.5
	全糖	34.59	34.21	95.4
	VFA	6.89 mM/100g	18.74 mM/100g	—
	VBN	89.77 mg%	116.06 mg%	—

とあり、発酵前後で pH は 6.4 より 5.3 と低下し、VFA 含量は増加した。DM 損失は約 2.3 % で、その大部分は N F E 区分にあり、かつ、それは全糖区分に由来すると推定された。また、純蛋白質の減少、V B N の増加から純蛋白質区分よりの N P N 生成が推察された。

第 4 表 飼料食下量，排糞量および成分含量

		実験 I (発酵飼料)				実験 II (副原料)			
		給与飼料		糞		給与飼料		糞	
		No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2
食下・排泄量, g		10430	10495	5835	6445	10492	10433	4060	4840
成分 (%)	固形物	62.97	31.24	29.16	85.86	34.59	33.14		
	粗蛋白質	13.15	6.65	6.23	15.88	6.75	6.29		
	粗脂肪	4.86	2.90	2.56	5.74	3.08	2.85		
	粗繊維	3.13	3.49	3.13	2.94	3.24	3.20		
	粗灰分	5.03	4.84	4.67	5.48	7.33	6.61		
	N F E	36.80	13.36	12.57	55.82	14.19	14.19		
	純蛋白質	11.00	5.72	5.52	15.20	5.86	5.37		
全糖	32.64	7.19	6.82	52.32	6.00	6.62			

3. 消化試験(実験 I および II)

第 4 表に示すとおり残餌はほとんどなく、両動物ともほぼ全量食下したが、糞排泄量は No.2 動物が多く、糞中

各成分含量は全般的に No.1 より低かった。発酵飼料，副原料の消化率を全糞採取法，指標法について両動物の平均値で示すと第 5 表のとおりである。

第 5 表 発酵飼料，副原料の消化率

		実験 I (発酵飼料)		実験 II (副原料)	
		全糞採取法	指標法	全糞採取法	指標法
固形物		71.90 ± 0.34	69.24 ± 0.90	83.21 ± 1.12	81.85 ± 0.65
粗蛋白質		71.31 ± 0.40	68.58 ± 0.98	82.54 ± 0.91	81.11 ± 0.41
粗脂肪		67.14 ± 0.52	64.06 ± 0.01	78.05 ± 1.08	76.28 ± 0.43
粗繊維		38.12 ± 0.47	32.22 ± 0.60	53.30 ± 3.81	49.58 ± 2.50
N F E		79.36 ± 0.33	77.40 ± 0.76	89.16 ± 0.95	88.28 ± 0.67
純蛋白質		65.70 ± 0.48	62.44 ± 1.17	81.76 ± 0.96	80.27 ± 0.43
全糖		87.43 ± 0.26	86.23 ± 0.51	94.84 ± 0.71	94.43 ± 0.59

全糞採取法および指標法による各成分の消化率は、両動物とも近似の値を示したが、指標法の値は全般的にやや低かった。発酵飼料の消化率は、副原料に比し、いずれの成分についても 10 % 程度低く、特に純蛋白質は低かった。この全糞採取法による消化率により、給与飼料の可消化成分を求めると第 6 表のとおりであった。新鮮物中では固形物含量が発酵飼料で低いため、各可消化成分含量も低く、D C P, T D N は発酵飼料で 9.37, 47.10 %, 副原料で 13.11, 74.53 % であった。固形物中含量に換算して比較すると可消化成分は固形物および

第 6 表 発酵飼料，副原料の可消化成分

	発酵飼料		副原料	
	新鮮物中	固形物中	新鮮物中	固形物中
固形物	45.28%	71.90%	71.44%	83.21%
粗蛋白質	9.37	14.88	13.11	15.27
粗脂肪	3.26	5.18	4.48	5.22
粗繊維	1.19	1.89	1.57	1.83
N F E	29.20	46.37	49.77	57.97
純蛋白質	7.23	11.48	12.43	14.48
全糖	28.54	45.32	49.62	57.79
T D N	47.10	74.80	74.53	86.82

び N F E が発酵飼料で顕著に低かった。また、可消化の純蛋白質、全糖の含量も同様に低く、D C P, T D N は発酵飼料で 1 4.8 8, 7 4.8 0 %, 副原料で 1 5.2 7, 8 6.8 2 % であった。

#### 4. 豚糞由来成分の消化率および糞中可消化成分

以上の結果を基にして、豚糞の消化率、可消化成分を求めると第 7 表のとおりであった。

第 7 表 豚糞由来成分の消化率および糞中の可消化成分

	消 化 率	可 消 化 成 分	
		新 鮮 物 中	固 形 物 中
固 形 物	13.30%	3.35%	13.30%
粗蛋白質	23.70	1.55	6.17
粗脂肪	20.09	0.41	1.62
粗繊維	16.27	0.52	2.08
N F E	2.46	0.25	0.97
純蛋白質	0	0	0
全糖	3.17	0.20	0.80
T D N		3.24	12.87

消化率は固形物で 1 3.3 0, 粗蛋白質で 2 3.7 0, N F E で 2.4 6 % と極めて低く、D C P, T D N は生糞中で 1.5 5, 3.2 4 %, 固形物中で 6.1 7, 1 2.8 7 % であった。

### 考 察

原料豚糞の組成は固形物中含量で脱脂米ヌカ、ビール粕、トウフ粕に近い<sup>12)</sup>ため、ある程度の飼料価値が期待されたが、発酵飼料中の糞由来成分の消化率を求めた結果、それは極めて低く、食下糞の大部分は再び排泄されることが分った。すなわち、DM中の可消化固形物は、1 3.3 0 % と低値で、D C P は 6.1 7 % とデンプン粕<sup>12)</sup>程度存在するが、可消化純蛋白質は全くなく、可消化の N F E もほとんど存在せず、T D N は 1 2.8 7 % と極めて低い。従って、豚糞の飼料価値は、D C P, T D N の面からはかなり低いと推定された。これらの事実から見れば、豚糞の混入は、単なる増量剤程度の意味しか持たず、かえって栄養価の低下を招来することになる。事実、発酵飼料は、副原料より、可消化純蛋白質、T D N 含量の低下が大きい。また、糞処理の面からは、可消化固形物が 1 3 % 程度であるため大きな効果は期待できない。しかし、発酵による各種ビタミン類や U G F の生成が考

えられるので、この面からの検討が今後必要であろう。なお、発酵飼料は良好なサイレージ臭を有し、動物の嗜好性は良好であること、水分含量が高いので飼料の飛散が防止され損失が減少すること等は利点であろう。また、発酵飼料給与時の排泄糞中の V B N 含量は副原料給与時とほぼ同様の 1 6 0 ~ 2 3 0 mg % を示したので、本飼料給与による防臭効果もあまり期待できないと考えられる。

本発酵飼料の利用に当っては、糞中に存在する病原菌、寄生虫、消毒薬、飼料添加剤等の危険に留意する必要がある。発酵時、中央部は数十度まで温度が上昇するが、周辺部はそれ程の温度上昇はなく、発酵による充分な殺菌効果は望めず、安全性にもやゝ疑問が残っている。

しかし、糞中には粗蛋白質をはじめ、各種の成分がかなり含まれているのは事実であり、糞の飼料化への努力が進められ、処理法が改善されるなら、糞の消化率をより向上させることは可能であろう。

### 要 約

豚糞と副原料（二種混、大豆粕、米ヌカ配合の濃厚飼料）を混合し、発酵菌を接種して発酵させた飼料を調製し、これらについて 2 頭の豚で消化試験を行なった。

1. 固形物中の粗蛋白質は、豚糞、発酵飼料でそれぞれ 2 6.0, 1 8.5 %, N F E は 3 9.5, 6 5.0 % であった。

2. 発酵飼料は良好なサイレージ臭を有し、発酵前後で pH は 6.4 より 5.3 と低下し、豚の嗜好性も良好であった。

3. 発酵により DM は約 2.3 % 損失し、N F E, 純蛋白質が減少した。発酵飼料および副原料の成分含量は、DM, C P, N F E がそれぞれ 6 3.0, 1 3.2, 3 6.8 % および 8 5.9, 1 5.9, 5 5.8 % であった。

4. 全糞採取法および指標法による各成分の消化率は 2 頭とも近似の値を示したが、指標法の値はやゝ低かった。全糞採取法による平均消化率は、発酵飼料および副原料で DM, C P, N F E がそれぞれ 7 1.9, 7 1.3, 7 9.4 % および 8 3.2, 8 2.5, 8 9.2 % であり、D C P, T D N は 9.4, 4 7.1 % および 1 3.1, 7 4.5 % であった。

5. これらの結果を基にして求めた豚糞の消化率は、DM で 1 3.3, C P で 2 3.7, N F E で 2.5 % と極めて

低く、DCP、TDNは生糞中で1.6、3.2%、DM中で6.2、12.9%となり、豚糞の飼料価値は、この両者に関してはかなり低いと推定された。

## 文 献

- 1) Battacarya A.N. and J.C.Taylor: J. Animal Sci., 41 1438 (1975)
- 2) Trakulchang N. and S.L.Balloun: Poultry Sci., 54 609 (1975)
- 3) Couch J.R., World's Poultry Sci. J.: 30 279 (1974)
- 4) Lucas D.M., J.P.Fontenot and K.E.Webb, Jr: J. Animal Sci., 41 1480 (1975) <sup>291</sup>
- 5) Biggs B.G.: J. Animal Sci., 24 291 (1965)
- 6) 押田敏雄: 畜産の研究 30 71 (1976)
- 7) 森本 宏: 動物栄養試験法, p.280~318 (昭46) 養賢堂
- 8) 大嶽六郎・三田村敏男・小松恒夫・間野義克・森文平: 栄養・食品実験書, p.118 (昭47) 地球出版
- 9) Conway E.J. (石坂音治訳): 微量拡散分析及び誤差論, p.94 (昭32) 南江堂
- 10) Pennington R.J.: Biochem. J., 51 251 (1952)
- 11) 森本 宏: 動物栄養試験法, p.393 (昭46) 養賢堂
- 12) 農林水産技術会議事務局編: 日本標準飼料成分表 (1975年版), p.64~66 (昭50) 中央畜産会

## Summary

Fermented rations mixing swine waste and concentrates were prepared with the fermentation starter. Digestion trials of these rations were carried out with two pigs.

1. Dry matter, crude protein contents in swine waste and fermented ration were 26.0, 18.5 percent and NFE contents were 39.5, 65.0 percent.

2. Fermented ration had the comfortable silage flavor and pH of ration dropped to 5.3 from 6.4 before and after fermentation, and the palatability of this ration by pigs was good.

3. Dry matter loss was about 2.3 percent, NFE and true protein decreased by the fermentation. Dry matter, crude protein and NFE contents were 63.0, 13.2, 36.8 percent in fermented ration and 85.9, 15.9, 55.8 percent in concentrates.

4. Digestibilities of each component by total collection method and index method were shown approximate values by both pigs, but the values of index method were low in some degree. Average digestibilities of dry matter, crude protein and NFE by total collection method were 71.9, 71.3, 79.4 percent for fermented ration and 83.2, 82.5, 89.2 percent for concentrates. DCP and TDN were 9.4, 47.1 percent in fermented ration and 13.1, 74.5 percent in concentrates.

5. Digestibility of swine waste calculated from these results was 13.3 percent for dry matter; 23.7 percent for crude protein, 2.5 percent for NFE, and DCP and TDN were 1.6, 3.2 percent in raw waste and 6.2, 12.9 percent in dry matter.

From above results, it was deduced that nutritive value of swine waste considerably low in regard to DCP and TDN.