

飼養環境改善による畜舎発生臭気の軽減技術の検討 (2) 低蛋白質飼料・高繊維質飼料利用による豚舎臭気の軽減

梅本栄一・折原惟子

(2) Reduction of Odor Emission from Growing-Finishing Pig House by Feeding Reduced Protein Amino Acid-Supplemented and Adding Fibers Diets

Eiichi UMEMOTO and Yuiko ORIHARA

豚舎から発生する臭気で問題となるアンモニアと低級脂肪酸の低減技術を飼料栄養面から検討した。

肥育豚の生産性を下げることなく、臭気発生が少ない飼料を開発するため、粗蛋白質と粗繊維質水準を組み合わせた飼料を給与し、豚舎から発生する臭気の低減効果を検討した。

臭気が問題となる夏条件で不断給餌した場合の肥育豚1頭1日当たりアンモニア揮散量は粗蛋白質15.9%の標準飼料給与飼料では12.4gに対し、粗蛋白質水準を8.2%に低減し粗繊維質水準を5%とすると0.3gとアンモニア揮散量は約40分の1に低減した。

低級脂肪酸臭については低蛋白質・高繊維質化することにより増加するが、この飼料はふんのpHを大きく酸性化し、豚房から排出される尿汚水も酸性化し、アンモニアの揮散はほとんど抑制された。

肥育豚飼料の粗蛋白質水準を13~12%に粗繊維質水準を4~5%に調整することにより、豚舎で問題となるアンモニアと低級脂肪酸臭気の揮散を有効に抑制した。

キーワード：豚舎臭気、低蛋白質飼料、高繊維質飼料、アンモニア、低級脂肪酸

かつて養豚飼料が糟糠類主体の低蛋白質・高繊維質飼料であった時代には、豚舎からのアンモニア臭はさほど問題とならなかった経験から、豚舎から発生する臭気を、低コストで問題のない水準まで抑制する技術を、飼料栄養面から検討した。これまでの検討¹⁾で、飼料の低蛋白質化により豚舎から発生するアンモニアを約10分の1に低減した。一方養豚場からの窒素排せつ量低減を目的に取り組みされた低蛋白質化の検討^{2) 3) 4)}では、低蛋白質化に伴い添加する単体アミノ酸量が増加したり、総蛋白量が減少すると必須アミノ酸量が満たされても発育や肉質に問題があることも知られ、蛋白質水準の低減には限度のあることが報告⁵⁾されている。また飼料中の繊維質含量の増加は、余剰の窒素成分が尿中に排せつされるだけでなく、一部は尿素サイクルにより腸内に排せつされ腸内微

生物が菌体蛋白質として再利用して、尿中への排せつ窒素量が減少すると報告⁶⁾されている。尿中への窒素排せつ量の減少はここから揮散するアンモニアの減少に繋がることが期待される。そこで飼料の低蛋白質化と粗繊維質含量の増加により環境負荷物質として豚舎から揮散するアンモニア等臭気の低減効果を検討した。

材料及び方法

1. 飼育環境

人工気象室内に一部スノコ式豚房（間口130cm×奥行310cm）を1台設置し、ここに肥育豚（体重60~90kg）4頭を群飼育し、環境温度を20~30度に日内変動する夏条件に設定した。室内の換気量は1時間当たり113m³で換気回数は約2回転とした。

2. 供試飼料

給与飼料は、粗蛋白質水準（16～8.2%）と粗繊維水準（3.6～7%）を組み合わせた14種類の飼料について検討した。

配合原料はトウモロコシを主体に蛋白質飼料原料として大豆粕、魚粉を、繊維原料としてはリンゴジュース粕を10～30%、ビートパルプ25%、及び食品添加物として市販されている広葉樹粉末繊維を3～5%組み合わせ配合した。一部の高繊維飼料については飼料エネルギーをDE3,300Kcalに調整するため粉末油脂を配合した。低蛋白質化に伴う必須アミノ酸の不足は、単体のLリジン、DLメチオニン、Lトリプトプファン、Lトレオニンを添加し日本飼養標準の肥育豚後期要求量⁷⁾を満たした。

3. 調査項目と分析方法

豚舎から揮散するアンモニアはアンモニア連続分析計（紫外線吸収型RADAS、及び赤外線吸収型URAS）により行い、10秒毎測定値の1日平均値を用いた。試験は1飼料につき1週間給与し、飼料に切り替え後、前週給与飼料の影響が無くなった4日後から3日間の室内アンモニア濃度の平均値を求めた。

低級脂肪酸臭の測定は各飼料給与6日目に、臭気捕集管に25リットルを捕集し、FIDガスクロマトグラフィーにより分析した。

畜舎排水、及びふんのpHはスノコ下のピットに別々に1日分をため、攪拌後pHメーターにより行った。

結 果

1. 飼料粗蛋白質水準と粗繊維水準が発生アンモニアに及ぼす影響

飼料の粗蛋白質（CP）を8.2%から15.9%、粗繊維（CF）を3.6%から8.1%までに变化させた飼料を給与し、肥育豚1頭1日当たりの発生アンモニア量の変化を図1に示した。市販肥育用（CP15.9%、CF3.9%）では1日1頭当たりのアンモニア揮散量はあ12.4gと最も多かった。

この濃度と1時間113m³の換気量から、肥育豚1日1頭当たりのアンモニア揮散量は12.4gと推計された。

CPを8.2%まで低減すると1日平均アンモニア濃度は0.6ppmで、1日1頭当たり0.3gとなり約40分の1に低減出来た。

図1に示すようにアンモニア揮散量は飼料中のCPの低減により大きく減少し、ほぼ同じCPではCFが高い方がアンモニア揮散量を抑制した。

この結果と同様に、飼料の低CP化とリンゴジュース粕添加による高繊維質化で尿中に排せつさ

れる窒素量を減らし、アンモニア揮散抑制の効果が大きいことを畜産環境技術研究所との共同研究^{8) 9)}で明らかにした。

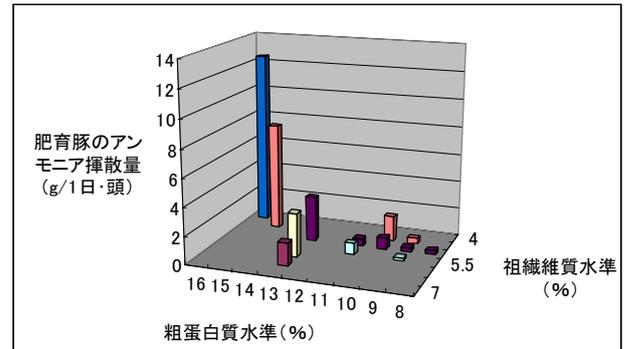


図1 肥育豚飼料の粗蛋白質水準と粗繊維水準が豚舎から揮散するアンモニア量に及ぼす影響

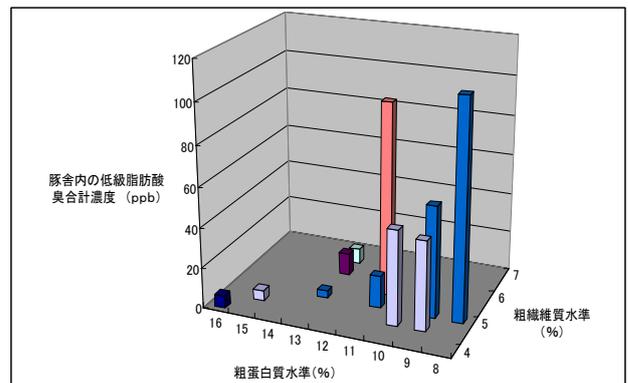


図2 豚飼料の粗蛋白質水準と粗繊維水準が豚舎から揮散する低級脂肪酸臭気にも及ぼす影響

2. CPとCFが低級脂肪酸臭気発生に及ぼす影響

本多ら¹⁰⁾が指摘するアンモニアと共に豚舎臭気でも問題となる低級脂肪酸臭は、飼料の低蛋白質・高繊維質化によりどの様に影響するかを図2に示した。これは法規制悪臭物質の低級脂肪酸臭（プロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸）の濃度を加算した値で示しているが、低蛋白質・高繊維質飼料では低級脂肪酸の揮散が多くなる傾向であった。CPが13%以上の飼料を給与した各区では低級脂肪酸の揮散が抑制される傾向であった。CP13%でCF4%に比べCF6～7%では低級脂肪酸臭気揮散量が増加する傾向があり、CF4%の水準では、CPが高くなるほど低級脂肪酸臭の揮散量が減少する傾向となった。アンモニアと低級脂肪酸の中和反応と汚水のアルカリ化が、有機酸の揮散量を低減したものと考えられる。

3. 肥育豚飼料の蛋白質水準と粗繊維含量が豚舎排出尿汚水のpHに及ぼす影響

試験実施中に飼料のCPとCFが豚舎から排出される汚水のpHに大きく影響することが観察され

たので、表1に示すように一覧表にまとめたところ、CP13%以上ではCF水準に関わらずpH7以上の中性からアルカリ性を示した。また、CP12%以下では中性又は酸性をとった。

表1 肥育豚飼料の蛋白水準と粗繊維含量が豚舎排出尿汚水pHに及ぼす影響

粗繊維水準 (%)	飼料中の粗蛋白水準 (%)								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3									
4		6.8	6.5					8.0	8.3
5	6.2	5.9	6.6	7.2		6.9			
6		6.8		6.9		7.7			
7					6.1	8.0			
8		7.3							

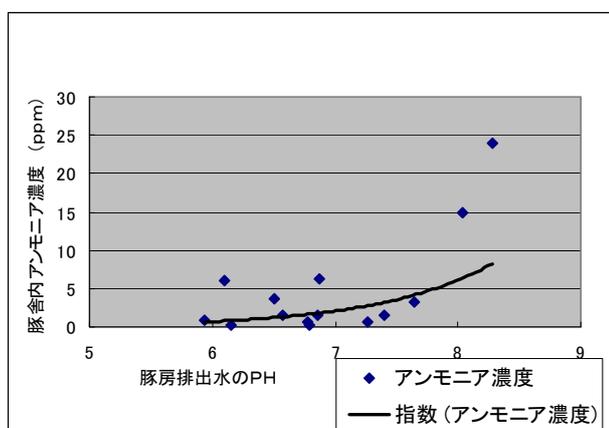


図3 豚舎尿汚水pHと豚舎内の1日平均アンモニア濃度

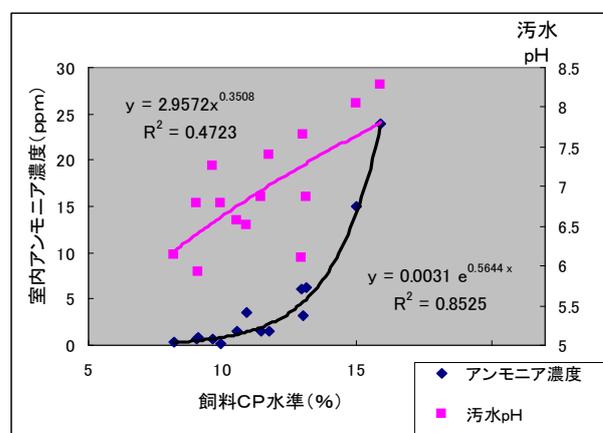


図4 給与飼料による豚舎尿汚水のpHと豚舎内の日平均アンモニア濃度

4. 豚舎汚水pHと1日平均アンモニア濃度

豚舎内のアンモニア濃度と尿汚水pHの関係は図3に示すように、尿汚水pHが8以上のアルカリ性になると、急激にアンモニア濃度が増加している。逆にpH7から酸性側ではアンモニア濃度は5ppmを大きく越えるものではなく、アンモニア発生は抑制された。

CPと豚舎尿汚水pH及び室内のアンモニア濃度の関係を図4に示した。この散布図から近似式を求めたところ、CPとアンモニア濃度との間に高い相関があり ($R^2=0.8525$)、この近似式からアンモニアの1日平均濃度5ppm以下とするためには、CPは13%以下と推定された。

考 察

豚舎臭気で問題となるアンモニアとプロピオン酸など有機酸のうち、アンモニアは肥育豚飼料の、CPを13%以下に低減することにより、その発生量を抑制することが出来た。これは余剰蛋白質が少なく、尿中に排せつされる窒素分が少ないと共に、同じCP水準でもCFが高いほどアンモニア発生量が少なくなった。これは、山本¹¹⁾が考察しているのと同様に余剰蛋白質が肝臓で尿素に合成され、腎臓から尿中に排せつされるとともに一部は腸管に排せつされ、腸内微生物蛋白として利用されたものと考えられる。特に豚に利用されにくいCF類は、腸内細菌の増殖で利用され、繊維の分解物の一部は有機酸になり、ふん中のpHを下げる。排せつされた尿は酸性化したふんを溶かしながら流下し、このことにより、ピットから排出する尿汚水のpHを下げる効果があり、pH7以下の酸性側になると、アンモニアの揮散が押さえられた。さらに、CPが11%以下と低くCFが5%以上の場合

には低級脂肪酸が多く揮散し、豚房は微かに酸臭がした。

Shiver¹²⁾らはCP14%の育成豚用の低蛋白質飼料にビートパルプなどの繊維質を添加すると、スラリー中のVFAが増加し、pHが低下すると共にアンモニアの産成量が減少するとし、Canh¹³⁾らも肥育豚用飼料で同様の結果を得て、アンモニアの揮散も減少すると報告¹⁴⁾している。

しかし、飼料の高繊維質化は不消化物を増やし、大腸の通過時間が短くなるため、ふんは高水分で量が多くなり¹⁵⁾、ふん処理の負担が増加する。

一方肥育豚飼料の低蛋白質化による発育の低下や肉質の低下が懸念されるが、生産性と環境負荷物質の低減が検討された報告を^{2) 3) 4)}整理検討した齋藤⁵⁾は、生産性の低下を来すことのないCP水準は3%程度の低減であるとしている。

一般に市販されている肥育豚飼料はCP15%程度であるが、豚舎臭気を飼料栄養面から軽減するには、CPを13%~12%程度と飼養標準の蛋白質要求水準に近い水準に設定し、不足する必須アミノ酸としてリジン、Lトレオニン、メチオニン等比較的low価格の単体アミノ酸を添加し、要求量を満たすと共に、CFを4~5%に調整すれば、発育、肉質を低下させることなく、臭気の揮散量を最小限に管理出来るものと考えられる。

引用文献

- 1) 梅本栄一・倉田直介・浅見貴恵. 飼養環境改善による畜舎臭気の軽減技術の検討 (1) アミノ酸添加低蛋白質飼料による畜舎臭気の減. 神奈川県畜産研究所研究報告, 89 : 36-42. 2002.
- 2) 古谷 修・渡辺正樹・阿部博之・清水敏郎・大門博之・佐藤圭子・今田哲雄・佐藤金一. アミノ酸添加低蛋白質飼料給与による肉豚における窒素排泄量の低減. 日本養豚学会誌, 34 : 15-21. 1997.
- 3) 梶 雄次・勝俣昌也・常石栄作・高田良三. 豚用飼料のアミノ酸バランス改善による尿中窒素排泄量の低減化技術. No. 11 : 109-110. 畜産試験研究推進会議・農林水産省畜産試験場. 1997.
- 4) 設楽 修・岩本英治. アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与が肥育豚の発育と窒素排泄量に及ぼす影響. 兵庫県農業技術センター研究報告 (畜産), 34 : 36-41. 1996.
- 5) 齋藤 守. ニワトリ及びブタからの環境負荷物質の低減化に関する栄養科学的研究の動向. 日畜会報, 72 : J177-J199. 2001.
- 6) Mosenthin, W.C.H., Sauer, H., Henkel, F., Ahrens and C.F.M. de Lange : Tracer studies of urea kinetics in growing pigs II. The effect of starch infusion at the

distal ileum on urea recycling and bacterial nitrogen. J. Anim. Sci., 70 : 3467-3472. 1992.

7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 日本飼養標準「豚」(1998年版)中央畜産会, 東京. 1997.

8) Yamamoto A., Umemoto E., Itou M., Matui M., Fujimura N., and Furuya S., Reduction of ammonia emission from growing pig rooms by feeding a lower protein diet supplemented with apple pomace. Anim. Sci. j., 73 : 505-508. 2002.

9) 古谷 修, 伊藤 稔・山本朱美・梅本栄一・岸井誠男・藤村信雄. 動物ふん尿脱臭飼料. 特開2003-199509, 2003.

10) 本多勝男・石川嘉彦・米持勝利. 飼養管理技術改善による臭気軽減に関する研究. 神奈川県畜産試験場研究報告. 82 : 1-27. 1998.

11) 山本朱美. 豚における尿中窒素排泄量及び糞尿からのアンモニア発生量の低減技術. 日豚会誌, 41 : 175-184, 2004.

12) Shriver J.A., Carter S.D., Sutton A.L., Richert B.T., Senne B.W., Pettey L.A., Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance and carcass traits of finishing pigs. J. Anim. Sci., 81 : 492-502. 2003.

13) Canh T.T., Versteegen M.W.A., Aarnink A.J.A., Schrama J.W.. Influence of Dietary Factors on Nitrogen Partitioning and Composition of Urine and Feces of Fattening Pigs. J. Anim. Sci., 75 : 700-706. 1997.

14) Canh T.T., Aarnink A.J.A., Versteegen M.W.A., Schrama J.W.. Influence of Dietary Factors on the pH and Ammonia Emission of Slurry from Growing-Finishing Pigs. J. Anim. Sci., 76:1123-1130, 1998.

15) 古橋圭介・梅本栄一・片寄正歳・尾崎晴美・隈元啓祐. 飼料による豚ふんの少量固型化に関する研究. I. 飼料の質がふん尿排せつ量. 理化学性状に及ぼす影響について. 日本養豚研究会誌, 12 : 73-84. 1975.