乾燥による雌成鶏総排泄物中総エネルギーの 損失-指標法による検討

久保辰雄・杉本宏之・菅原邦生

宇都宮大学農学部, 宇都宮市 321

(1994. 5. 23 受付)

Key words : energy loss, poultry excreta, indicator method

飼料のエネルギーの評価の際に家畜の糞や鶏の総排泄物は、通常乾燥してから総エネルギー (GE) が測定されるが、乾燥による GE 損失の有無については生糞または生総排泄物との比較により加熱乾燥による損失が有る (鶏^{10,11}, 牛⁴), 無い (鶏¹, 野鳥², 牛^{3,6}), 凍結乾燥と比較して加熱乾燥した方が損失する (鶏¹¹), 凍結乾燥した方が損失する (鶏¹³), 真の代謝エネルギー値は凍結乾燥しても加熱乾燥しても同じである (鶏^{5,12}), など成績にばらつきが見られる。

著者等⁹⁾は先に酸化クロム (Cr_2O_3) を指標物質として用い、生総排泄物と風乾総排泄物の Cr_2O_3 1 mg 当りの GE ($\text{GE}/\text{Cr}_2\text{O}_3$) を比較したところ、風乾物の方で高い値が得られた。この原因は、主として水分含量が 80% を越えるような総排泄物では固液分離が起り易いためであると考えられた。

そこで、 Cr_2O_3 含有飼料を雌成鶏に与えて、採取した総排泄物にコンニャク粉を添加して粘度を高め、均一なサンプルが秤取できるようにした生総排泄物の GE と比較して加熱乾燥により GE の損失があるかどうかを、 Cr_2O_3 を指標物質として用いて検討した。

材料および方法

飼料 B は市販成鶏用飼料 (表示の CP 含量, 15% 以上; ME 値, 2,850 kcal/kg 以上) を基礎に、 Cr_2O_3 が 0.1%, 脂溶性ビタミン混合物が 0.05%, 微量ミネラル混合物 (ネオミネフィード C, 武田科学飼料) が 0.12% になるように添加した。飼料 B の市販飼料部分を入れ替えて単体

飼料を 40% 含む次の飼料を調製した。A, アルファルファミール; C, トウモロコシ; D, 脱脂米糠; F1, ホワイトフィッシュミール; F2, 調整魚粉; G, グレンソルガム; R, 玄米; S, 大豆粕。ただし, A, C, D, G, R, S には市販飼料部分と入れ替えてリン酸水素カルシウム二水和物を 5% 添加した。市販飼料と単体飼料は 1.5 mm のメッシュを付けた粉碎機を用いて粉碎した。

供試鶏は 17 カ月齢の白色レグホン種雌成鶏で、単飼ケージに入れ、飼料と水は自由摂取させた。各飼料に 4 羽を割り当てた。

コンニャク粉 (KON) は特等粉で、乾物 1 g 当りの GE は $3,898 \pm 11$ cal (6 反復の平均値と標準偏差) であった。

ポリエチレンフィルム (PEF) は生総排泄物の包装紙兼助燃剤として使用した。PEF は約 150 mm $\times$ 150 mm (0.45~0.48 g) に切断し、デシケータ内に 48 時間以上放置したものを用いた。PEF の 1 g 当りの GE は $11,083 \pm 23$ cal (7 反復の平均値と標準偏差) で、伊藤ら⁸⁾の値、 $11,071 \pm 32$ cal と一致した。

総排泄物は飼料を与えて 4 日後から 3 日間個体別に採取し、 -20°C で保存した。分析直前に解凍したサンプルから個体の毎日の秤取量が等しくなるように取った生総排泄物は、混合の後二つに分けた。一つには 100 に対して 7 の KON を添加した。この添加量は次の予備実験の結果により決めた。すなわち、水分含量 80~86% の総排泄物をそのまま分析すると、水分含量が高まるに伴って風乾物と比較して $\text{GE}/\text{Cr}_2\text{O}_3$ は著しく小さくなり、前報¹³⁾ 同様にこのような水分含量の総排泄物は乾燥後 GE

Loss of Gross Energy in Drying Excreta of Hens : Tatsuo KUBO, Hiroyuki SUGIMOTO and Kunio SUGAHARA (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya-shi 321)

成鶏総排泄物のエネルギー損失

の測定を行なう必要があることが示された。この総排泄物 100 に対し 6 の KON または 10 のベントナイトを添加して GE を測定したところ、GE/Cr₂O₃ は KON を添加した方が風乾物より大きな値となったので KON を選択した。更に水分 90% の総排泄物 100 に対し 4~10 の KON を添加したところ添加量 6 以上で添加効果が認められたことによる。残りの一つは皿に取り、薄く広げてから 60℃ の通風乾燥機に入れ、6 時間おきに上下反転した。18 時間乾燥した後小型粉碎機（日本理化学器械製 R-8）で粉碎し、室内で 18 時間水分の平衡化を行なった。この粉碎機は密閉型なのでサンプルの損失はほとんどないものと考えられ、また粉碎物は小さな粒子なので篩にかけなかった。

GE の測定には YM 燃研式デジタル熱量計（吉田製作所製）を使用した。飼料は約 1 g 採り、測定は 2 回行なった。風乾総排泄物は約 1.3 g について 2 回測定した。KON 添加生総排泄物は PEF に 1.2~1.4 g 秤取し、燃焼しやすいように PEF 上に広げてからポンプに入れた。測定は 3 回行った。

Cr₂O₃ の定量はリン酸カリウム法¹⁴⁾を次のように改良して用いた。主として原報と異なる点について述べる。

Cr₂O₃ を 1.5~2 mg 含むサンプルとリン酸カリウム溶液 2 ml を磁製るつぼに入れ、マッチ軸木で混ぜた後 100℃ で 2 時間予備乾燥した。るつぼの底がガスバーナーの火で赤熱された状態になってからさらに強火で 1 時間加熱し、続いて 800℃ の電気炉で 1 時間加熱した。放冷後少量の水と過酸化水素水（34.5% H₂O₂）1 滴を加えてから 250 ml のメスフラスコに移し替え、定容にし、よく混合した。さらに溶液の 3 割程度を捨て、24 時間以上静置してから、流動セルを付けた分光光度計に液面近くの液を導入し、370 nm で吸光度を測定した。サンプル量と測定反復数は、飼料、約 1.8 g, 3; 乾燥総排泄物、約 0.5 g, 3; KON 添加生総排泄物、3~4 g, 4 である。

飼料には Cr₂O₃ が 0.1% になるように配合したので飼料 1 g 当りの見かけの代謝エネルギー値（AME）は、飼料 1 g 当りの GE（これは飼料の Cr₂O₃ 1 mg 当りの GE に等しい）と総排泄物中の Cr₂O₃ 1 mg 当りの GE（GE/Cr₂O₃）との差として計算できる。GE/Cr₂O₃ について検討することは AME について検討することと同じである。

結果および考察

GE/Cr₂O₃ の分析誤差を標準偏差として表すと風乾総

Table 1. Gross energy content of poultry excreta

Diet ¹⁾	Moisture of fresh excreta ²⁾	Treatment		Differences between treatments
		Fresh ²⁾	Air-dried	
	%	cal/mg of chromic oxide		
A	78	1,718±18 ³⁾	1,661±32	57
B	78	725±28	708±20	17
C	85	648±21	630±16	18
D	78	1,210±72	1,180±32	30
F1	77	817±48	824±29	-7
F2	79	904±22	888±15	16
G	78	728±36	692±18	36
R	80	820±3	784±14	36
S	84	1,160±43	1,126±31	34
Mean±standard deviation				26±18 ^{**4)}

¹⁾ B contained a commercial layer feed (99.73%, basal part), a vitamin mixture (0.05%), a trace mineral mixture (0.12%) and chromic oxide (0.1%). The other diets contained the following ingredients which were substituted for the basal part of B at a level of 40% of the diet: A, alfalfa meal; C, yellow corn; D, defatted rice bran; F1 and F2, fish meal; G, grain sorghum; R, brown rice; S, soybean oil meal.

²⁾ For determining the gross energy content of the fresh excreta konnyaku powder was used as a substance to give them viscosity, and a polyethylene film as a wrapper and as a primer to ignite them.

³⁾ Means±standard deviation (n=4).

⁴⁾ Significant difference (P<0.01).

排泄物で 4.6 cal, KON 添加生糞排泄物で 13.0 cal となり, 両者間で分散に有意差が認められた ($p < 0.01$). 13.0 cal は飼料 1 g 当りの GE の分析の標準偏差 11.3 cal (40 点の飼料を分析した未発表データ) にほぼ等しかった.

GE/Cr₂O₃ の個体間分散から求めた標準偏差は風乾総排泄物で 24 cal, KON 添加生糞排泄物で 37 cal となり, 両者間で分散に有意差が認められた ($p < 0.05$) が, この差は同一サンプルを二つに分けて分析したものであるから実験誤差である. 36 種の飼料を 1 飼料に 3~5 羽の成鶏を割り当てて得た総排泄物 163 点を乾燥して分析した結果, 標準偏差は 61 cal であった (未発表). また, 10 種の飼料を 4 羽からなる群に与えて得た 42 点を乾燥後分析した場合, 群間の標準偏差は 50 cal で, これから個体間の標準偏差を推定すると 100 cal となる (未発表). FOSTER⁷⁾ は AME の個体間標準偏差として 37 cal を得ている. このように生糞排泄物に KON を添加して測定した GE の標準偏差は乾燥して測定した場合より大きいとは言えない.

GE/Cr₂O₃ の処理間差については対応のある 2 つの平均値の差の検定を行ない, KON を添加した方が風乾物にした方より有意に高く ($p < 0.01$), 乾燥により平均 26 cal の損失となった. その傾向は KON を添加する前の水分含量と関係がなく, 添加の効果があったものと考えられる. 上述の諸報告^{1-4, 6, 10, 11)} において GE の比較の基準は生糞排泄物で測定した値であるが, 前報⁹⁾ のように生糞排泄物の秤取に偏りがある場合があることを考えると, これらの基準は適切であるとは言えない. この点を考慮して本研究では前報⁹⁾ 同様に乾燥処理による影響をまったく受けない Cr₂O₃ を指標物質として選んだ. 前報では生糞排泄物で測定した方が低い値で, 本研究の結果とは逆の方向であったが, KON を入れないで秤取したので GE/Cr₂O₃ が特に低くなったと考えられる 4 点を除くと 12 点の平均値は僅か 12 cal だけ低かった. この 12 cal と本研究で得られた +26 cal という値は個体間の標準偏差に比べると小さいので実験誤差と考えられ, 乾燥により GE の損失があるとは言えない. これらの値はよく利用される飼料の AME (2.5~3.3 kcal/g) の 1% 程度である.

結論として, 雌成鶏の総排泄物の GE は通常用いられている加熱乾燥法で調製したサンプルについて測定しても信頼できる値が得られる, と言える.

なお, KON 添加法は高水分の総排泄物を乾燥・粉碎せずに分析する際に有用である.

文 献

- 1) BLAKE, J.P. and L.M. POTTER, Nitrogen, energy,

and weight losses associated with drying and grinding of poultry feed and excreta. *Poultry Sci.*, **66** : 112-119. 1987.

- 2) BLEM, C., Determination of caloric and nitrogen content of excreta voided by birds. *Poultry Sci.*, **47** : 1205-1208. 1968.
- 3) BRATZLER, J.W. and R.W. SWIFT, A comparison of nitrogen and energy determinations of fresh and oven-air dried cattle feces. *J. Dairy Sci.*, **42** : 686-691. 1959.
- 4) COLOVOS, N.F., H.A. KEENER and H.A. DAVIS, Errors in drying silage and feces for protein and energy determinations. Improved procedures. *J. Dairy Sci.*, **40** : 173-179. 1957.
- 5) DALE, N.M., H. FULLER and G.M. PESTI, Freeze drying versus oven drying of excreta in true metabolizable energy, nitrogen-corrected true metabolizable energy, and true amino acid availability bioassays. *Poultry Sci.*, **64** : 362-365. 1985.
- 6) FENNER, H. and J.G. ARCHIBALD, A critical study of energy determination in fresh and dried cow feces. *J. Dairy Sci.*, **42** : 1995-2001. 1959.
- 7) FOSTER, W.H., Variation between and within birds in the estimation of metabolizable energy content of diets for laying hens. *J. Agric. Sci.*, **71** : 153-159. 1968.
- 8) 伊藤 稔・田野良衛, 助燃剤をかねた容器としてポリエチレンフィルムを用いた未乾燥糞および尿の熱量分析法の検討. 畜産試験場研究報告, **32** : 39-43. 1977.
- 9) 久保辰雄・伊藤義晴・谷中正男, 成鶏を用いて測定した飼料のみかけの代謝エネルギー値に対する総排泄物の処理法の影響. 宇都宮大学農学部学術報告, **11** : 15-20. 1982.
- 10) MANOUKAS, A.G., N.F. COLOVOS and H.A. DAVIS, Losses of energy and nitrogen in drying excreta of hens. *Poultry Sci.*, **43** : 547-549. 1964.
- 11) SHANNON, D.W. and W.O. BROWN, Losses of energy and nitrogen on drying poultry excreta. *Poultry Sci.*, **48** : 41-43. 1969.
- 12) SIBBALD, I.R., The effect of the drying procedure on excreta energy value for poultry and other species. *Poultry Sci.*, **58** : 1392-1394. 1979.
- 13) WALLIS, I. and D. BALNAVE, A comparison of different drying techniques for energy and amino acid analyses of poultry excreta. *Brit. Poultry Sci.*, **24** : 255-260. 1983.
- 14) 吉田 実・小坂清巳・堀井 聡・亀岡暄一, リン酸カリ試薬による酸化クロムの新定量法について. 家禽学会誌, **4** : 24-29. 1967.