

## 卵用鶏用蒸気乾燥トウフ粕配合飼料への カルシウムまたはフィターゼ添加による卵殻質改善

福原絵里子\*・月野友和<sup>1)</sup>・西尾祐介

卵用鶏に蒸気乾燥トウフ粕配合飼料(トウフ粕飼料)を給与した際の、産卵後期における破卵率増加の原因を解明するため、トウフ粕中のフィチン酸含量を測定し、トウフ粕10%配合飼料へのカルシウム(Ca)またはフィターゼ添加による卵殻質およびCa出納の変化を調査した。

トウフ粕のフィチン酸含量は0.21%と大豆油粕より低く、破卵率増加はフィチン酸に起因するものではないと判明した。トウフ粕を10%配合した飼料を基礎飼料にして、Ca 0.5%添加区、フィターゼ300単位/kg添加区、無添加区の3区を設定した。28~67週齢の期間では、産卵率、平均卵重、産卵日量、飼料消費量および飼料要求率に有意な差はなかった。一方、64週齢時では、Caまたはフィターゼ添加により無添加と比較して卵殻強度および卵殻割合が上昇した。また、無添加区では、60~67週齢にCa摂取量が要求量を下回り、Caの不足状態が認められた。

以上のことから、トウフ粕飼料給与時の卵殻質脆弱化は、トウフ粕飼料のCa含量の低さに起因するCa摂取量不足と判明した。トウフ粕飼料はCa含量を3.7%以上に設定するかフィターゼ添加により、卵殻質を良好に保つことが可能と考えられる。

[キーワード: 蒸気乾燥トウフ粕, 卵用鶏, カルシウム, フィチン酸]

Improvement of Eggshell Quality by Adding Calcium or Phytase to Diets Incorporating Steam-dried Tofu Cake for Layers. FUKUHARA Eriko, Tomokazu TSUKINO and Yusuke NISHIO (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 27:71-74(2008)

A study was conducted to investigate the improvement of eggshell quality, and calcium (Ca) intake and excretion when layers were fed a diet incorporating 10% steam-dried tofu cake supplemented with Ca or phytase. This study hopes to help determine the cause of the increasing ratio of cracked eggs after the layers are fed a diet containing tofu cake. The phytic acid added to the tofu cake was further analyzed as well.

The phytic acid value contained in tofu cake was 0.21% and was lower than the value in soybean meal, so the phytic acid level in the tofu cake was judged not to be the cause of increasing the ratio of cracked eggs.

To determine the cause of the increased occurrence of fragile egg shells, the subject layers were divided into three groups; group 1, to be fed a diet incorporating 10% tofu cake supplemented with Ca 0.5%; group 2, diet with phytase 300 unit/kg; and group 3, none of the additives (the control). For the layers 28 to 67 weeks in age, there was no significant differences in egg production, average egg weight, egg mass, feed intake and feed conversion ratios. However, for layers 64 weeks in age, the eggshell strength and eggshell ratio increased, when fed with a diet supplemented with Ca or phytase. In the case of the control group, for layers 60 to 67 weeks in age, Ca intake was insufficient, well below the Ca requirement.

Thus, our research suggests poor eggshell quality is attributable to insufficient Ca intake due to the low Ca level in diets incorporating tofu cake. Eggshell quality could be improved when the layers are fed with a diet incorporating steam-dried tofu cake containing over 3.7% of Ca level or added phytase.

[ Keywords: steam-dried tofu cake, layer, calcium, phytic acid ]

### 緒言

前報<sup>2)</sup>で、給与飼料中蒸気乾燥トウフ粕(トウフ粕)の配合割合(重量比)は10%以下であれば産卵率に影響がないことを明らかにした。しかし、トウフ粕配合飼料(トウフ粕飼料)を給与すると破卵が増加したため、卵殻質の改善方法を検討する必要が生じた。

植物性油粕類にはフィチン酸が多く含まれており<sup>1)</sup>、このフィチン酸は飼料中のミネラルとキレートを作り、ミネラルの吸収阻害を招く<sup>7)</sup>。トウフ粕のフィチン酸含量はこれまでに報告がないため不明であり、トウフ粕のフィチン酸含量が高い場合は、飼料中カルシウム(Ca)の吸収阻害を起こし、卵殻質脆弱

けるトウフ粕飼料中のCa含量は市販飼料の3.7%と比較化の原因になる可能性が考えられる。一方、前報<sup>2)</sup>において3.4%とやや低い設定であったため、Ca不足により卵殻質の脆弱化を招いた可能性も考えられる。

そこで、トウフ粕中のフィチン酸含量を明らかにすると共に、トウフ粕飼料に卵殻質改善効果が認められる<sup>4,6)</sup>フィターゼあるいはCaを添加し、卵殻質とCa出納について調査した結果、トウフ粕飼料給与時の卵殻質維持に有効な結果が得られたので報告する。

### 材料および方法

[ 試験 1: トウフ粕中のフィチン酸の測定 ]

(株)異島電設で製造したトウフ粕中の全リンおよびフィチン酸を測定した。測定方法は全リンは常法<sup>5)</sup>により、フィチン酸は武政らによる鉄沈澱法の改良法<sup>8)</sup>によ

\* 連絡責任者(家畜部)

1) 現築上地域農業改良普及センター

り測定した。

[ 試験 2: トウフ粕飼料へのCaあるいはフィターゼ添加による産卵成績、卵殻質およびCa出納の変化 ]

1 試験方法

トウフ粕飼料へのCaまたはフィターゼ添加による産卵成績、卵殻質およびCa出納の変化を調査した。

試験期間は2002年11月20日から2003年8月27日までとした。試験区は3区分を設定した。トウフ粕の配合割合を10%とした基礎飼料に炭酸カルシウム1.3% (Ca含量 0.5%) を添加する区、フィターゼ0.06% (300単位/kg) 添加区、無添加区の3区とした。各試験区の飼料配合割合を第1表に示した。

供試鶏は白色卵鶏 (銘柄名ジュリア) を用い、1区につき50羽ずつ2反復を設け、28~67週齢まで試験を行った。

飼育条件は、開放鶏舎で単飼とし、不断給餌およびニップルドリンカーからの自由飲水とした。光線管理は15時間明期、9時間暗期に設定した。

調査項目は産卵成績、卵殻質およびCaの出納とした。産卵成績は産卵率、平均卵重、産卵日量および破卵率を毎日調査し、飼料消費量は4週毎に調査した。卵殻質については、卵殻割合および卵殻強度を64週齢時に前報<sup>3)</sup>に準じて測定した。Caの出納調査は1区あたり3羽を用い、64週齢時に実施した。試験期間の4日間の排泄物を採取し、通風乾燥機で60~48時間乾燥後1mmの粒度に粉碎して分析に供した。排泄物中Caの分析は常法<sup>5)</sup>によった。

データの解析は一元配置の分散分析を行い、水準間の比較はScheffeの多重比較検定法を用いた。

第1表 供試飼料の配合割合と成分値

	トウフ粕 10% 配合飼料		
	無添加区	炭酸カルシウム区	フィターゼ区
配合割合 (%)			
トウモロコシ	56.4	56.4	56.4
大豆油粕	17.4	17.4	17.4
コーングルテンミール	2.1	2.1	2.1
魚粉	1.5	1.5	1.5
トウフ粕	10.0	10.0	10.0
イエローグリース	3.6	3.6	3.6
炭酸カルシウム	7.42	7.42	7.42
第三リン酸カルシウム	1.1	1.1	1.1
食塩	0.2	0.2	0.2
プレミックス	0.2	0.2	0.2
メチオニン	0.05	0.05	0.05
パブリカ抽出物	0.02	0.02	0.02
添加 (%)			
炭酸カルシウム	-	1.3	-
フィターゼ	-	-	0.06
成分値			
CP (%)	17	17	17
ME (Mcal / kg)	2.8	2.8	2.8
Ca (%)	3.4	3.9	3.4
全リン (%)	0.55	0.55	0.55

第2表 蒸気乾燥トウフ粕中の全リンおよびフィチンリン含量

	全リン (%)	フィチンリン (%)	非フィチンリン (%)
トウフ粕	0.32	0.21	0.11
大豆油粕 (参考) <sup>1)</sup>	0.62	0.29	0.33

1) 大豆油粕の成分値は「日本標準飼料成分表 (2001年版)」からの抜粋。

第3表 28~67週齢までの産卵成績および飼料摂取量

給与飼料	産卵率 %	平均卵重 g	産卵日量 g	飼料摂取量 g/羽・日	飼料要求率
トウフ粕飼料	90.4	63.6	57.7	116.1	2.01
トウフ粕 + Ca	90.7	64.0	58.1	119.4	2.06
トウフ粕 + フィターゼ	92.0	64.3	59.2	118.4	2.00
	NS <sup>1)</sup>	NS	NS	NS	NS

1) 分散分析により NS は 5%水準で有意差なし。

結果

1 トウフ粕のフィチン酸含量

トウフ粕中のフィチン酸含量を第2表に示した。トウフ粕中のフィチン酸は0.21%であり、大豆油粕0.29%より

少ない含量であった。

2 トウフ粕飼料へのCaまたはフィターゼ添加が産卵、卵殻質およびCa出納に及ぼす影響

産卵成績を第3表に示した。産卵率は、無添加飼料で

90.4%であったのに対し、Caあるいはフィターゼ添加では90.7～92.0%と違いは認められなかった。平均卵重、産卵日量および飼料要求率では試験区間に差はみられなかった。飼料摂取量は、Caあるいはフィターゼ添加で118.4～119.4gに対して無添加で116.0gとやや少なかったが有意な差はなかった。

64週齢時における卵殻強度、卵殻割合および60～67週齢の破卵率を第4表に示した。卵殻強度はCaあるいはフィターゼの添加で無添加と比較して有意 ( $p < 0.05$ ) に高くなり、卵殻割合も高くなる傾向にあった。破卵率では

無添加区で2.8%であるのに対し、Caあるいはフィターゼ添加では2.1～2.4%であり、大きな差はなかった。

Ca出納の結果を第5表に示した。Caの利用率は51.4～57.9%の範囲にあり、フィターゼの添加で利用率がやや高まる傾向にあったが、有意な差はなかった。

第6表に60～67週齢の各試験区のCa摂取量およびCa要求量を示した。Ca摂取量はCa添加で無添加に比べて有意に ( $P < 0.10$ ) 高く、摂取量と要求量の差では、無添加区で摂取量が要求量を下回り、その他の区では摂取量が要求量を上回った。

第4表 64週齢時の卵殻強度、卵殻割合および60～67週齢時の破卵率

給与飼料	卵殻強度 kg	卵殻割合 %	破卵率 %
トウフ粕飼料	3.23 <sup>a1)</sup>	8.9	2.8
トウフ粕 + Ca	3.89 <sup>b</sup>	9.5	2.4
トウフ粕 + フィターゼ	3.77 <sup>b</sup>	9.1	2.1
	* 2)	NS	NS

1) 異文字間は5%水準で有意差あり。

2) 分散分析により\*は5%水準で有意差あり。NSは有意差なし。

第5表 64週齢時のCa出納

	Ca 摂取量	Ca 排泄量	見かけのCa利用率
トウフ粕飼料	3.35 <sup>a1)</sup> g	1.62g	51.4 %
トウフ粕 + Ca	3.91 <sup>b</sup>	1.79	54.2
トウフ粕 + フィターゼ	3.30 <sup>a</sup>	1.39	57.9
	* 2)	NS	NS

1) 異文字間は5%水準で有意差あり。

2) 分散分析により\*は5%水準で有意差あり。NSは有意差なし。

第6表 60～67週齢のCa摂取量およびCa要求量

	産卵率 %	卵重 g	飼料消費量 g/羽・日	Ca 摂取量 (A) g/羽・日	Ca 要求量 <sup>1)</sup> (B) g/羽・日	A - B g/羽・日
トウフ粕飼料	86.9	65.6	109.1	3.71 <sup>a2)</sup>	3.95	- 0.24 <sup>a</sup>
トウフ粕 + Ca	88.3	66.1	113.3	4.42 <sup>b</sup>	3.84	0.58 <sup>b</sup>
トウフ粕 + フィターゼ	88.0	66.4	114.5	3.89 <sup>ab</sup>	3.59	0.30 <sup>ab</sup>
	NS	NS	NS	† <sup>3)</sup>	NS	†

1) Ca 要求量 (g / 羽・日) = 0.17 + 産卵率 (%) × (卵重 (g) × 0.095 × 0.37 + 0.03) / Ca 利用率 (%) (日本飼養標準・家禽より)

2) 異文字間は5%水準で有意差あり。

3) 分散分析により†は10%水準で有意差あり。NSは有意差なし。

## 考察

トウフ粕は卵用鶏に給与する場合、10%までの配合が可能であるが、産卵後期における破卵率の増加が問題であった<sup>2)</sup>。

卵殻質の脆弱化の要因の可能性が考えられたトウフ粕中のフィチン酸を測定した。トウフ粕のフィチン酸は大豆油粕の0.29%<sup>1)</sup>と比較して0.21%と低かった。このこ

とから、産卵後期における卵殻質の脆弱化はトウフ粕中のフィチン酸に起因するものではないと結論できる。

一方、卵殻質の脆弱化のもう一つの要因として、Ca摂取量あるいはCa利用率の影響によることが考えられるため、トウフ粕飼料中のCa含量とCa摂取量について検討した。60～67週齢の各試験区のCa出納試験結果から試算したCa要求量とCa摂取量の結果では、無添加区では摂取量が要求量を下回り、Caが不足している状態にあった。ま

た、トウフ粕飼料中のCa含量は3.4%と日本飼養標準<sup>1)</sup>を満たす設計としていたが、本試験に供試した採卵鶏のマニュアル<sup>3)</sup>では、産卵後期での推奨Ca摂取量は4.3gとされていることや、トウフ粕飼料の給与は飼料摂取量が低下する傾向にある<sup>2)</sup>ことから、Ca摂取量の不足を招き、Ca不足になったことが推察される。そのため、Ca添加により卵殻強度および卵殻割合の改善につながったと考えられる。

フィターゼ添加による効果は、本試験では有意差はなかったものの、飼料中のCa利用率が向上する傾向が認められたことや同様の報告<sup>4, 6)</sup>から、Caの利用効率が改善されることによるものと考えられる。

このことから、前試験における産卵後期の卵殻質の脆弱化の要因はトウフ粕飼料中のCa含量が少なかったことが原因であると考えられた。

以上の結果から、卵用鶏飼料にトウフ粕を10%配合として利用する場合には、飼料摂取量の低下によりCa摂取量が少なくなることを配慮して、配合飼料中のCa含量を3.7%に設定する、あるいはフィターゼを300単位/kg添加する必要がある。これに係る経費は、炭酸カルシウム1.3%添加で0.15円/kg、フィターゼ300単位/kg添加で0.76円/kgと試算される。前述のとおり、トウフ粕中のフィチン酸含量は高くないことから、実用的には安価な炭酸カルシウムの添加を推奨する。

これらの措置により、トウフ粕は10%までの配合であれば、産卵率および卵殻質に影響を及ぼすことなく利用可能である。

## 引用文献

- 1) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構編 (2004) 日本飼養標準・家禽(2004年版). 12-13, 122. 中央畜産会. 東京.
- 2) 福原絵里子, 池田加江, 月野友和, 西尾祐介, 田口清実 (2007) 採卵鶏における蒸気乾燥トウフ粕の飼料価値. 福岡農総試研報, 26: 69-73.
- 3) ゲン・コーポレーション (2004) コマーシャル鶏飼養管理ガイドジュリア. 26-28.
- 4) Gordon R.W., Roland SR. D.A. (1998) Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. Poultr. Sci. 77(2) 290-294.
- 5) 矢野史子 (2001) 新編動物栄養試験法. 501-512. 石橋晃 (監修). 養賢堂. 東京.
- 6) 笠原猛, 白田英樹, 富久章子, 澤則之 (2001) 鶏卵の卵殻質改善試験 (市販飼料へのフィターゼ添加). 徳島県立農林水産総合技術センター畜研研報, 1: 62-65.
- 7) Sebastian S., Touchburn S.P., Chavez E.R. (1998) Implication of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. World's Poultr. Sci. J. 54(1) 27-47.
- 8) 武政正明, 土黒定信 (1980) 配合飼料中のフィチン態リンの定量について. 日本家禽学会誌 17: 306-311.