

市販配合飼料のセレン含量と配合飼料へのセレン添加が 卵のセレン濃度および卵質におよぼす影響*

大石武士**

Selenium Content of Commercial Formula Feed and Effects of
Additional Selenium on Selenium Content and Quality of Eggs*

Takeshi OHISHI**

Synopsis

The need for additions of selenium to livestock feed is being evaluated in Japan. We measured the selenium content of commercial formula feeds for poultry, and studied the effects of additional selenium on the selenium content and quality of the eggs. The selenium content of the feeds varied widely, but in most, there was less than 0.3 mg/kg. The selenium content of the yolk's was affected by the added selenium, but the selenium content of the white was not affected by added selenium. Egg weight, especially egg yolk weight, increased when selenium was added to the formula feed. Egg shell thickness tended to increase with added selenium, but Haugh Units and the egg yolk color were not affected by added selenium.

I 結 言

セレンが家畜・家禽にとって必須の微量元素であることは良く知られている¹⁾が、セレンに関する多くの知見が蓄積されるにしたがって、家畜にたいするセレンの必要量も再検討されている。近年、わが国でも家畜のセレン要求量の見直しと飼料へのセレン添加の是非が論議されている²⁻⁴⁾。しかし、飼料原料中のセレン濃度についての報告⁵⁾はみられるが、それらを原料として製造された配合飼料のセレン濃度については知られていない。また、飼料にセレンを添加した場合の生産物のセレン濃度やその品質におよぼす影響について十分な検討が行われているとは言いがたい。そこで、わが国の市販配合飼料のセレン濃度を明らかにし、また、配合飼料のセレン濃度を亜セレン酸ナトリウムで中毒症状が発生しない程度に段階的に増加させた場合、生産物である卵のセレン濃度やその品質がどのような影響を受けるかについて検討した。

II 材料および方法

養鶏用として市販されている4社の配合飼料のセレン濃度を測定した。幼雛用、中雛用および大雛用はそれぞれ3種類、産卵鶏用は6種類、肉用鶏育成前期用および肉用鶏育成後期用はそれぞれ3種類、種鶏用1種類の計22種類であった。飼料は粉碎後セレンの分析に供した。

市販配合飼料へのセレンの添加が卵のセレン濃度とその品質におよぼす影響を知るため、供試鶏として200日齢のロードアイランドレッド種の産卵鶏20羽を用い、単飼ケージに収容し自然条件下で飼育した。実験期間は9週間とし、それを次の如く3期に分割した。最初の3週間は市販配合飼料を給与した。そのセレン濃度は0.23 mg/kgであった。次の3週間はセレン濃度が0.4 mg/kgとなるように、最後の3週間は0.5 mg/kgとなるように亜セレン酸ナトリウムを添加した市販配合飼料を給与し、それぞれをI、II期およびIII期とした。飼料および飲水は、

* 本研究の概要は平成3年10月、日本栄養・食糧学会近畿支部大会(奈良)にて発表した。

** 農学専攻 畜産学研究室 (Lab. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kinki University, Nara, 631)

いずれの期においても自由摂取とした。実験期間中、飼料摂取量および産卵状況は毎日記録した。それぞれの期の終了時に体重と血液および糞・尿混合物のセレン濃度の測定を行った。また、各期の最後の3日間に供試鶏から産卵された全ての卵について、卵重、卵黄重量、卵白重量、卵殻厚、ハウユニット、卵黄色調を測定した。卵殻厚は卵殻厚測定器(富士平工業製)を用いて卵の先端部、中央部、鈍端部の卵殻厚を測定し、それらの平均として求めた。ハウユニットは卵重と平面なガラス板上に割卵した場合の濃厚卵白高から計算式によって算出した⁶⁾。卵黄色調はRocheの色調板(15段階)を用いて測定した。卵黄および卵白重量はそれぞれを分別収集して、天秤でその重量を測定した。卵黄および卵白のセレン濃度も測定した。各期の終了時に5羽ずつを屠殺解体し、肝臓および腎臓を摘出しセレン濃度の測定に供した。卵黄、卵白、肝臓および腎臓は凍結乾燥したのち粉末とし、セレンの分析に供した。なお、分析に供するまでは冷蔵庫内に保存した。セレンの分析は硝酸と過塩素酸で湿式灰化したのち2-3-ジミノナフタレンを用いる蛍光法⁷⁾によって行った。

III 結果および考察

市販配合飼料中のセレン濃度

表1に用途別の市販配合飼料のセレン濃度を示した。市販配合飼料中のセレン濃度は同一用途でもかなり変動が認められた。また、用途によって特定のセレン濃度を示すことはなかった。これは現在、わが国では飼料へのセレンの添加が認められていないので、セレン濃度は配合に用いられた飼料原料中のセレン濃度に依存しており、意識的にセレン濃度を調整することが困難な現状を反映しているであろう。最もセレン濃度が高かったのは種鶏用配合飼料

の0.36 mg/kgであった。中雛用、大雛用および産卵鶏用飼料のセレン濃度は低い傾向にあった。これらは他の用途の飼料に比べ要求される粗蛋白質量が低いので、蛋白質源として用いられ、セレン含量も高いとされる魚粉の配合量が少ないことがこのような傾向を示した要因と推測された。また、数種の飼料でセレン濃度が0.3 mg/kgを上回るものも認められたが、それぞれの用途の配合飼料の平均セレン濃度は0.3 mg/kgを下回った。現在のわが国の鶏用飼料標準⁸⁾によれば、鶏のセレン要求量は0.6 ppmとされているので、本実験で示された配合飼料のセレン濃度は要求量を充足するが、NRC標準では各種家畜のセレン要求量は最近改定され、0.3 mg/kgまでのセレンの添加を認めていることが報じられている⁹⁾。従って、本実験の結果は、いずれの用途の配合飼料のセレン濃度も平均的にはNRC標準を下回っている。魚粉中のセレンの利用率が低いこと⁵⁾やセレンの免疫機能の向上⁹⁾や耐病性にたいする機能¹⁰⁾を考慮すれば、わが国の養鶏用飼料として用いられている配合飼料中のセレン濃度は、必ずしも満足すべき状態にあるとはいえない可能性が示唆された。

市販配合飼料へのセレン添加が卵のセレン濃度と卵質におよぼす影響

飼料のセレン濃度は体重に影響を与えなかった。飼料摂取量はセレン添加で有意($p < 0.05$)に増加した。また、産卵率は0.4 mg/kgのセレン濃度の場合最も高くなったが、0.5 mg/kgでは対照の0.23 mg/kgの場合と有意な差は認められなかった。セレンは免疫機能の向上や耐病性にも関与することが示唆されている⁹⁾ので、これらが飼料摂取量を増加させ、産卵率の改善をもたらす可能性が推測されるが、高産卵率を得るために必要な最適な飼料セレン濃度に関してはなお詳細な検討が必要であろう。表3に飼料

Table 1. Selenium contents in commercial formula feed for chickens

Classification		Selenium contents (mg/kg)	
		Mean	± S.D.
Starter feed for chicks	(n=6)	0.28	± 0.03
Feed for 4~10 weeks for growing chicks	(n=6)	0.26	± 0.03
Feed for 10~20 weeks for growing chicks	(n=6)	0.26	± 0.03
Feed for laying hens	(n=6)	0.25	± 0.04
Feed for breeding fowl	(n=1)	0.36	
Starter feed for meat-type chicks	(n=3)	0.30	± 0.04
Fattening feed for meat-type chicks	(n=3)	0.31	± 0.03

Table 2. Effects of selenium added to formula feed on body weight, feed intake and egg production

	Selenium contents in feed (mg/kg)		
	0.23 (Period I)	0.40 (Period II)	0.50 (Period III)
Body weight (kg)	2.09±0.24 ¹⁾	2.11± 0.20	2.13± 0.12*
Feed intake (g/day/hen)	106.7 ±0.24	115.5 ±14.7*	119.1 ±12.0*
Egg production (%)	84.1 ±15.4	88.9 ± 8.1*	83.9 ±11.6

¹⁾ Mean ± S.D.

* Significantly different from the period I value (p<0.05).

Table 3. Effects of selenium added to formula feed on selenium contents in blood, liver, kidney, egg yolk, egg white and urine and feces

	Selenium contents (μg/g DM)		
	Selenium contents in feed (mg/kg)		
	0.23 (Period I)	0.40 (Period II)	0.50 (Period III)
Blood (μg/ml)	0.23±0.04 ¹⁾	0.28±0.03*	0.28±0.02*
Liver	1.73±0.25	1.93±0.27*	1.84±0.12*
Kidney	2.30±0.34	2.82±0.44*	2.80±0.12*
Egg yolk	1.03±0.10	1.19±0.12*	1.15±0.07*
Egg white	1.03±0.08	1.03±0.07	1.19±0.08*
Urine • feces	0.51±0.12	0.82±0.20*	1.10±0.18*

¹⁾ Mean ± S.D.

* Significantly different from the period I value (p<0.05).

のセレン濃度が血液、肝臓、腎臓、卵および排泄物中のセレン量におよぼす影響を検討した結果を示した。血液中のセレン濃度はセレン添加で増加した。しかし、飼料中セレン濃度が0.4 mg/kg と0.5 mg/kg の場合には統計的に有意な差は認められなかった。SCOTT ら¹¹⁾ は要求量以上のセレン量が飼料に添加されてもそれに比例して、血液中のセレン濃度は上昇せず、セレンの要求量付近で恒常性機構が存在し、要求量以上のセレンが存在する場合にはその吸収は低下し、逆に排出が亢進することを認めている。従って、0.4 mg/kg と0.5 mg/kg の場合に、血液中のセレン濃度に有意な差が認められなかったのはSCOTT ら¹¹⁾ が指摘するような恒常性維持機能によるものと推測される。肝臓、腎臓中セレン濃度も飼料へのセレン添加で増加したが、血液の場合と同様に飼料のセレン濃度が0.4 mg/kg と0.5 mg/kg の場合に有意な差は認められなかった。卵黄の場合も飼料中のセレン濃度を増加させるとそのセレン濃度は増加したが、肝臓や腎臓の場合と同様に0.4 mg/kg と0.5 mg/kg のセレン濃度で有意な差は認めら

れなかった。しかし、卵白の場合は卵黄と異なり、セレン濃度を0.5 mg/kg に増加させた場合のみセレン濃度は増加し、卵黄に比較して飼料中セレンの影響が少ないことが推測された。これは卵黄前駆物質が肝臓で作られ、卵黄の形成には7～12日を要する¹²⁾ のにたいし、卵白は卵管で短時間に形成されるなどの形成過程やその場所の相違によるものと推測された。排泄物中のセレン濃度は、血液や臓器の場合と異なり、セレンの添加量に比例して増加した。これは前述したごとく摂取セレン量が多くなると排泄されるセレン量が増え、体内での恒常性を維持しようとする¹⁰⁾ 機構によるものであろう。また、このことが飼料中のセレン濃度を増加させても血液や臓器中のセレン濃度が一定量以上に増加しなかった原因の一部をなすものと推測された。飼料中のセレン濃度の相違が卵品質にたいする影響を検討した結果を表4に示した。基礎飼料である市販配合飼料にさらにセレンを添加した場合、卵重は重くなる傾向を示したが、卵重は飼料摂取量や産卵率などによっても影響されるので、更に実験期間を延長するととも

Table 4. Effects of selenium added to formula feed on egg qualities

	Selenium contents in feed (mg/kg)		
	0.23 (Period I)	0.40 (Period II)	0.50 (Period III)
Egg weight (g)	47.2 ± 3.1 ¹⁾	49.6 ± 4.7*	51.6 ± 3.5*
Egg yolk weight (g)	11.8 ± 0.8	13.0 ± 0.9*	13.7 ± 0.8*
Egg white weight (g)	29.4 ± 2.8	29.8 ± 2.7	30.5 ± 2.8
Egg shell thickness (mm)	0.32 ± 0.03	0.35 ± 0.02*	0.34 ± 0.02*
Haugh Unit	77.8 ± 2.7	79.2 ± 3.1	76.7 ± 4.2
Yolk color	12.1 ± 1.2	12.5 ± 1.5	12.8 ± 1.8

¹⁾ Mean ± S.D.

* Significantly different from the period I value ($p < 0.05$).

に、供試羽数を増やしての検討が必要と考えられる。卵黄重量もセレン添加で有意 ($p < 0.05$) に重くなったが、卵白はほとんど影響を受けなかった。従って、卵重での増加傾向は卵黄重の増加にその大半が起因していると考えられる。セレンは鶏の脂肪肝の防止にたいして影響するなど脂質代謝とも関連する可能性が示唆されている¹³⁾ので、あるいは脂質含有量の多い卵黄の形成に何らかの関連性を有すとも考えられるが、本実験のみでは明らかでなく、今後の検討が必要であろう。卵殻厚は飼料中のセレン濃度が0.4 mg/kgの場合に最も厚くなった。卵殻の厚さはCa代謝と密接に関係しており¹⁴⁾、セレンとの関係はまだ明らかでない。本実験でセレン添加で卵殻厚が増加したのは、飼料へのセレン添加によって飼料摂取量が増え、Ca摂取量が増加したことがその原因であろうと推測された。ハウユニット値は飼料中のセレン濃度が異なってもほとんど変化しなかった。ハウユニット値は濃厚卵白の高さがそれを決定する要因の一つであるので、本実験のごとく産卵された日に割卵して測定した場合には、飼料成分の影響が明確に判定出来なかったのであろう。卵黄色調は飼料中のキサントフィル量によって影響され¹⁵⁾、セレンとの関係は明らかではない。しかし、セレン添加で飼料摂取量が有意に増加すれば、必然的にキサントフィルの摂取量が増加し、二次的に卵黄色調を改善する可能性がある。

以上の結果、現在、わが国で実用されている市販の産卵用配合飼料のセレン濃度を若干増加させても、生産物である卵のセレン濃度は現在用いられている市販配合飼料を給与した場合に比較して大きく増加することはなかった。卵重量や卵殻厚はセレン添加で増加しており、市販配合飼料への本実験で用

いられた程度のセレン量の添加は飼料摂取量を増加させ、結果として卵重の増加や摂取カルシウム量の増加による卵殻厚を改善するなど、二次的に生産物である卵の品質の改善につながる可能性が示唆された。

IV 要 約

わが国においても家畜用飼料へのセレンの添加の是非が論議されているので、鶏用市販配合飼料中のセレン濃度の実態を明らかにするとともに、市販配合飼料を基礎飼料として、セレン濃度を段階的に増加させた場合の生産物である卵のセレン濃度や品質におよぼす影響について検討した。結果は次のごとくであった。

市販配合飼料中のセレン濃度は、かなり変動が認められたが、その大部分は平均的には0.3 mg/kg以下のセレン濃度であった。セレン添加を行っても卵中のセレン濃度は僅かしか増加せず、特に、卵白中のセレン濃度は卵黄に比較して飼料のセレン濃度の影響は少なかった。卵重は飼料中のセレン濃度の増加によって改善され、特に卵黄重量でその傾向が強かった。卵殻厚も飼料中のセレン濃度が高くなると厚くなったが、これは飼料中のセレン濃度が増えると飼料摂取量が増加したことによる二次的な効果と推測された。

ハウユニット、卵黄色調等は飼料中のセレン濃度の影響を受けなかった。

引用文献

- 1) E.J. UNDERWOOD (日本化学会編訳)：微量元素—栄養と毒性—, 323, 丸善, 東京 (1975)
- 2) 浜田龍夫：畜産の研究, 44, 231 (1990)

- 3) 浜田龍夫：畜産の研究, 45, 451 (1991)
- 4) 大石武士：日本家禽学会誌, 28, 117~124 (1991)
- 5) 生雲晴久・吉田実：日本家禽学会誌, 18, 307~310 (1981)
- 6) 野並慶宣：鶏卵の化学と利用法, 151, 152, 地球出版, 東京 (1961)
- 7) OLSON O.E., : J. Assoc. Off. Anal. Chem., 52: 627~634 (1969)
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・家禽 (1984年版), 18, 中央畜産会, 東京 (1984)
- 9) MARSH, J.A., G.F. COMBS, Jr., M.E. WHITACRE, and R.R. DIETERT: Proc. Soc. Exp. Biol., 182, 425~436 (1986)
- 10) 木村修一・左右田健次編：微量元素と生体, 175, 秀潤社, 東京 (1987)
- 11) SCOTT, M.L. and J.N. THOMPSON: Poultry Sci., 50, 1742~1748 (1971)
- 12) 田先威和夫・山田行雄・森田琢磨・田中克英編著：新編養鶏ハンドブック, 163, 養賢堂, 東京 (1982)
- 13) 秋葉征夫, G.L. COLMAGO, L.S. JENSON, : 日本畜産学会第74回大会講演要旨, 35, (1983)
- 14) 田先威和夫・山田行雄・森田琢磨・田中克英編著：新編養鶏ハンドブック, 245, 養賢堂, 東京 (1982)
- 15) 田先威和夫監訳, 家禽栄養学, 405, 養賢堂, 東京 (1983)