産卵鶏のカルシウム・リン要求量に関する研究

1. カルシウムおよびリン給与量が産卵におよぼす影響

古田賢治*・中沢 稔*・山田献一*・居山猪一*・窪田大作**

*滋賀県種鶏場 草津市 **農林省畜産試験場 千葉市

鶏に優れた産卵を維持させるためには、蛋白質をはじめエネルギー、ビタミンおよびミネラル等各種の栄養素を合理的に配合した飼料を給与しなければならない。産卵鶏の場合には他の家畜と比較して卵形成のために多量のカルシウムとリンを必要とするから、その要求量を求めることは重要な問題である。卵殻に含まれるカルシウムの 60~70% は直接飼料から供給される¹⁾といわれ、リンはカルシウムと生理的に密接な関係があり、飼料中にカルシウムやリンが不足したり両者の含量が不適当な場合には、代謝機能の変動がみられ卵殻が薄くなるのみならず甚だしい場合には産卵の低下をきたすことは周知の事実である。

産卵鶏に対するカルシウムとリンの要求量に関する研究は多いが、よく産卵している鶏のカルシウムとリンの要求量は高いであらうし、ケージに収容した鶏では骨の脱灰作用、アルカリフォスファターゼ活性度の変化等²⁾³⁾の生理的に特殊な現象もみられるといわれている。また飼料にペニシリン、ある種のホルモン およびビタミン等を添加した場合卵殻の厚さに変化があるという報告⁴⁾⁵⁾もあり、産卵能力の改良、飼育方式の変化、飼料の進歩、管理技術の改善等によってカルシウムとリンの要求量が変わってくるものと推察される。

わが国においては産卵鶏のカルシウムとリン要求量に関する研究は少なく、一般に米国の NRC 標準が適用されている状態であるが、NRC 標準に示された量より多量のカルシウムを給与して産卵を高めたという⁶⁾報告もあり、SULLIVAN⁶⁾は採卵鶏種用飼料のカルシウムは 2.70~2.80% が適当であるとしている。

わが国においては NRC 標準がそのまま適用し得るか否かを検討する必要があるとして窪田ら⁷⁾は短期間のカルシウムおよびリンの出納試験の結果よりその要求量はカルシウム 2.1%, リン 0.6% であって、NRC 標準がそのまま適用できることを明かにしている。しかしこれを実用上から長期間にわたる飼養試験によってカルシウムとリンの給与量の影響を検討し、適当な給与量を求めなければならない。そこで NRC 標準を基準としてカルシウムとリン含量の異なる飼料によって産卵鶏を 1 カ年間飼養し、その影響を検討した。

実験材料および方法

飼料中のカルシウム（以下 Ca と略す）、リン（以下 P と略す）源としては炭酸カルシウムおよび第二リン酸カルシウムを用いた。その配合割合は第 1 表に、化学的組成は第 2 表に示した如くであ

第1表 供試飼料の配合割合
Table 1 Composition of test diets

飼 料	Ingredient	Treatment				
		1	2	3	4	5
黄色トウモロコシ	Yellow corn	51.6%	49.9%	50.5%	52.7%	53.4%
小麦	Wheat	19.5	18.8	19.1	19.8	20.1
フスマ	Wheat bran	7.1	6.9	7.0	7.3	7.4
脱脂米ヌカ	Rice bran oil meal	3.8	3.7	3.7	3.9	3.9
大豆粕	Soybean oil meal	2.9	2.7	2.8	2.9	2.9
魚粕	Fish meal	4.8	4.6	4.7	4.8	4.9
アルファルファミール	Alfalfa meal	4.8	4.6	4.7	4.8	4.9
炭酸カルシウム	Calcium carbonate	4.3	6.7	6.8	1.7	1.8
第二リン酸カルシウム	Dicalcium phosphate	0.5	1.4	—	1.4	—
食塩	Sodium chloride	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ビタミン A・D 剤	Vitamin A&D* ¹	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
ビタミン B 剤	Vitamin B complex* ²	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
微量ミネラル	Mineral* ³	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

*₁ 1g 中 ビタミン A 10,000 I.U., D₃ 1000 I.U. 含有

*₁ 1g of mixture contains vitamin A 10000 I.U. and D₃ 1000 I.U.

*₂ 1g 中 ビタミン B₂ 4.4 mg, パントテンサン酸カルシウム 4.4 mg, ニコチン酸 4.4 mg, 塩化コリン 22 mg 葉酸 0.132 mg 含有

*₂ 1g of mixture contains riboflavin 4.4 mg pantothenic acid 4.4 mg nicotinic acid 4.4 mg choline chlorid 22 mg and folic acid 0.132 mg.

*₃ 100g 中鉄 6.02 g, 銅 0.62 g, コバルト 0.06 g, 亜鉛 0.4 g, マンガン 16.6 g, 含有

*₃ It contains 6.02 gFe, 0.62 gCu, 0.06 gCo, 0.4 gZn and 16.6 gMn per 100 g.

第2表 供試飼料の化学的組成
Table 2. Chemical composition of test diets

				1	2	3	4	5
水分	Moisture	(%)		11.0	10.5	10.0	10.5	10.4
粗蛋白質	Crude protein	(%)		15.1	15.2	16.0	16.2	16.8
粗脂肪	Crude fat	(%)		3.6	3.6	3.5	3.6	3.4
粗繊維	Crude fiber	(%)		3.4	3.3	3.8	3.6	4.1
粗灰分	Crude ash	(%)		8.2	11.1	9.6	6.9	6.4
可溶無窒素物	N. free extract	(%)		58.7	56.3	57.1	59.2	58.9
カルシウム	Ca	(%)		2.1	3.4	3.0	1.9	1.6
リン	P	(%)		0.7	0.8	0.6	0.8	0.6

る。すなわち第1区が NRC 標準と合致し、他の試験区の Ca 含量はそれぞれ 3/2, 1/2 倍量とした。また Ca のみを増減して P を添加しない区も設けた。

供試鶏は 1961 年 1 月孵化の白色レグホン種で、単飼ケージに収容し各区 24 羽宛使用した。試験期間は 1961 年 11 月 7 日より 1962 年 11 月 6 日までの 1 ケ年間である。

飼料は自由摂取とし 1 週間ごとの飼料給与量からその週の残飼を差し引いて飼料摂取量とした。産卵は個体別に毎日記録し、卵重は区ごとに秤量した。この場合破卵であっても明かに物理的原因によって生じたと思われるものは正常卵として取扱い、秤量不能なものはその週の平均卵量をもって補正した。また卵殻膜に石灰質の沈着のないもの、沈着があっても極く薄いものは軟卵とし、卵重 35 g

以下のものをわい小卵として取扱った。体重は2週間ごとに測定し、試験期間中に発生した病鶏にはとくに治療は施さなかったが、内・外部寄生虫の駆除は必要に応じて行なった。疾病等により産卵を停止した鶏のうち産卵の回復が期待できないと思われるものはとうたした。

9月4日より試験終了まで 36 m^2 に 40 W 自熱電灯3個を地上約 2 m の高さに設け、日長が14時間になるように点灯した。

実験結果および考察

平均体重の変化は第1図の如くである。供試鶏は実験開始前2ヶ月の産卵成績により各区の産卵が

第1図 体重の変化
Fig 1 Changes in average body weight

ほぼ等しくなるように区分したが、供試鶏が1月孵化のものであるため試験開始時に換羽しているもの、換羽を終ったもの、産卵を開始したもの、試験開始後に換羽をはじめたものなどがあって各区の体重の標準偏差は大きかった。試験開始後8週を経過すると換羽鶏は殆んどなくなり体重も増加した。1月にみられる体重の減少は寒さのためと思われる。以後7月中旬まで増加し8月初旬より各区とも換羽するものがみられ、暑さの影響もあって体重が減少した。9月以降暑さの減退、点灯の実施等のため体重は再び増加の傾向を示した。試験全期間を通じてみれば第3区の平均体重が重く、第5区が軽かったが、飼料中のCaとPの影響が否かはあきらかでなかった。

しかし第3表に示す如くCaとPの含量の少ない第5区の生存率はいちじるしく低く、またこの区の鶏の骨格はあきらかに脆弱になり、上腕骨と肩甲骨の接した関節がしばしば脱臼することがみられた。生存率は各区とも低いが斃死鶏は1~4羽の範囲にありとうた鶏が多かった。へい死とうた鶏の病因は卵墜症、腸炎、輸卵管炎、内臓淋巴腫症等であり、第5区に脚弱症が多発するというようなこともなく、飼料による一定の傾向は認められなかった。

表 3. 生存率, 飼料摂取量および飼料要求率
Table 3. Livability, feed consumption and conversion

Treat- ment 区		週 Exp. wks.	1~4	5~16	17~28	29~40	41~52	ave.
		月 日 Date	Nov. 8 Dec. 5	Dec. 6 Feb. 27	Feb. 28 May. 22	May. 23 Aug. 14	Aug. 15 Nov. 6	
1	生 存 率	Livability	24~24	24~23	22~19	19~15	15~15	109.0 3.16
	飼料摂取量	Consumption	94.4	110.8	125.6	105.1	96.4	
	飼料要求率	Conversion	5.22	3.39	2.82	2.84	3.21	
2	生 存 率	Livability	24~22	22~21	21~17	17~17	17~15	109.5 3.25
	飼料摂取量	Consumption	91.1	114.0	124.7	107.0	97.6	
	飼料要求率	Conversion	5.38	3.77	3.00	2.69	3.15	
3	生 存 率	Livability	24~24	24~23	22~19	19~18	18~15	107.2 3.46
	飼料摂取量	Consumption	94.0	109.4	122.9	105.1	92.9	
	飼料要求率	Conversion	6.84	3.50	2.94	3.14	4.10	
4	生 存 率	Livability	24~24	24~22	22~20	19~18	18~16	110.9 3.43
	飼料摂取量	Consumption	94.3	116.6	126.9	105.6	96.9	
	飼料要求率	Conversion	8.45	3.44	3.04	3.07	3.69	
5	生 存 率	Livability	24~24	24~21	21~15	15~19	11~10	109.0 3.60
	飼料摂取量	Consumption	96.3	112.6	125.2	101.8	89.4	
	飼料要求率	Conversion	6.22	3.72	3.18	3.23	3.82	

飼料摂取量は Ca 含量が同じ場合には第 3 表に示す如く, P を添加した区がやや高く飼料要求率も低かったがその差は大きくなかった。第 1 区の飼料要求率と他の区とを比較すれば, 産卵に適した自然条件である 17~28 週では差はそれ程大きくないが, 自然条件の好ましくない 41~52 週では, P 無添加区および Ca 含量の少ない区との差は大きかった。第 2 区は僅かながら要求率が低かった。

第 2 図は 4 週間々隔で平均産卵率を示したものである。試験開始前 2 ケ月間の平均産卵率は 56.9% であったが, 8 週頃までは換羽のため産卵はきわめて低かった。16~28 週においては第 5 区を除き産卵は一様に高まり, P 無添加でも Ca 含量が高ければ (第 3 区), また炭酸カルシウム添加量が少なくとも第二リン酸カルシウムを添加すれば (第 4 区) 産卵がよくなることを示しているが, このような産卵は維持できず, 気温の高い季節や, 日照時間が短くなり産卵に適しない自然条件下では産卵が大きく低下した。これに反し Ca, P 含量の多い第 2 区の低下は最も少なく, 32~44 週間の産卵率は第 1 区と比較して 5% 水準で有意差がみられた。

試験全期間の産卵率は第 1 区が最も優れていたが第 2 区との差は僅かで統計的にも有意でなかった。第 3 区と第 4 区の差は有意でなく, P 無添加の場合および P を添加しても Ca/P の比が適当でない場合は産卵に好影響をおよぼさなかった。

軟卵・破卵等の異常卵の産出状況は第 4 表の如くである。異常卵の産出数や正常卵数に対する比率は, Ca と P 含量や Ca/P の比にかかわらず一定の傾向がみられず, 個体差による影響のいちじるしいことを示している。わい小卵は休産から産卵をはじめた時に産出される場合が多いが, 正常卵を産出しているのに時折わい小卵を産出するような個体も 1 羽ながら認められた。また当初は Ca と P の少ない第 4 区と第 5 区に軟卵の多いことを予測したが, 産卵率の低下とも関係したためか結果は必ず

第2図 産卵率

Fig. 2 Percentage of egg production

しもそのようにあらわれず第2区にも時々軟卵を産出するような個体があった。したがって、Ca の多給や P の添加だけでの軟卵の産出を防止できるのは極度に Ca の欠乏がみられる場合のみと考えられる。第5区においても脚弱症の如き疾病が多発することはなかったが、Ca, P の含量がさらに低い場合にはこれら疾病の多発が予想される。

本試験においては NRC 標準に示された Ca 2.25%, P 0.6% 区が飼料摂取量, 飼料要求率, 産卵率などで最も良い結果を示し, 産卵鶏の Ca と P の要求量として NRC 標準が適用され得るものと推察される。しかし暑期にはやや不足するものと思われ, Ca と P をさらに高める必要があらう。しかしながら, その量的な関係は産卵に不適な自然条件下における Ca と P の生理作用や卵殻におよぼす影響等を十分に検討して決定しなければならない。Ca や P の含量が高くなると卵殻の厚さ, 卵の比重³⁾⁸⁾等は改善されるが, これによっていちじるしい産卵の増加を期待することは難く, 適正な給与量はそれ程大きくはないであらう。

要 約

産卵鶏の Ca と P の要求量を検討するため, Ca と P の含量の異なる飼料で産卵鶏を1ヶ年間飼養しその影響をしらべた。Ca, P 源として炭酸カルシウムおよび第二リン酸カルシウムを用い, NRC 標準量を基準とし Ca 量をその 3/2 倍量, 1/2 倍量とした区, および Ca のみ増減して P を

表4. 卵の特徴
Table 4 Egg characteristics

Treat- ment 区	週 Exp. wks.		1~4	5~16	17~28	29~40	41~52	Total or Average
	月 日 Date		Nov. 8 Dec. 5	Dec. 6 Feb. 27	Feb. 28 May. 22	May. 23 Aug. 14	Aug. 15 Nov. 6	
1	正 常 卵	No. of normal egg	235	1145	1296	951	671	4298
	破 卵	No. of broken shell egg	2	5	3	14	15	39
	軟 卵	No. of soft shell egg	0	8	13	14	2	37
	わ い 小 卵	No. of dwarf egg	0	0	0	0	0	0
	平均 卵 重	Ave. egg wt.	51.8	55.9	57.1	57.6	56.4	56.5
	産 卵 率	% of egg production	35.0	58.5	77.9	64.3	53.3	61.1
	異常卵の比	Ratio*	0.85	1.14	1.23	2.01	2.53	1.77
2	正 常 卵	No. of normal egg	210	945	1145	999	731	4030
	破 卵	No. of breken shell egg	1	2	7	7	8	25
	軟 卵	No. of soft shell egg	1	23	33	10	2	69
	わ い 小 卵	No. of dwarf egg	0	1	1	0	1	3
	平均 卵 重	Ave. egg wt.	53.2	56.7	56.6	56.8	56.3	56.5
	産 卵 率	% of egg production	31.8	53.3	73.5	70.0	55.0	59.7
	異常卵の比	Ratio*	0.95	2.75	3.58	1.70	1.50	1.44
3	正 常 卵	No. of normal egg	172	1125	1314	917	552	4080
	破 卵	No. of broken shell egg	1	5	4	3	5	18
	軟 卵	No. of soft shell egg	0	15	12	4	2	33
	わ い 小 卵	No. of dwarf egg	0	0	0	0	0	0
	平均 卵 重	Ave. egg wt.	53.7	55.6	56.3	57.2	57.1	56.2
	産 卵 率	% of egg production	25.6	56.1	74.2	58.5	39.1	55.1
	異常卵の比	Ratio*	0.58	1.78	1.22	0.76	1.27	1.25
4	正 常 卵	No. of normal egg	139	1133	1278	953	636	4139
	破 卵	No. of broken shell egg	1	8	16	19	31	75
	軟 卵	No. of soft shell egg	0	13	17	12	9	51
	わ い 小 卵	No. of dwarf egg	0	0	2	3	1	6
	平均 卵 重	Ave. egg wt.	53.9	57.4	58.1	57.6	57.6	57.6
	産 卵 率	% of egg production	20.7	59.1	71.7	59.7	45.6	56.2
	異常卵の比	Ratio*	0.72	1.85	1.96	3.57	6.45	3.16
5	正 常 卵	No. of normal egg	199	1058	1053	595	344	3249
	破 卵	No. of broken shell egg	0	17	8	9	5	39
	軟 卵	No. of soft shell egg	1	11	10	1	3	26
	わ い 小 卵	No. of dwarf egg	0	1	0	0	0	1
	平均 卵 重	Ave. egg wt.	52.3	56.7	60.0	58.2	58.6	58.0
	産 卵 率	% of egg production	29.6	53.3	65.6	54.0	40.0	52.2
	異常卵の比	Ratio*	0.50	2.74	1.71	1.68	2.33	1.01

$$* \text{Ratio} = \frac{\text{No. of abnormal egg}}{\text{No. of normal egg}} \times 100$$

添加しない区の計5区を設けた。

1. Ca と P の含量によって体重には影響がみられないが、Ca 含量が低く P 無添加の飼料では生存率が低く骨格も脆弱になった。しかしこの程度の含量では脚弱症の如き疾病が多発することはない。

2. 飼料摂取量, 飼料要求率は Ca 含量が同じならば P を添加した場合の成績が優れたが, その差は大きくなかった。

3. 試験全期間中の平均産卵率は NRC 標準の場合 61.6% で最も高かったが, Ca と P を 3/2 倍量とした場合の平均産卵率との間に有意差は見出されなかった。3~5 月では Ca と P の含量が低くても, 産卵は 70% 以上となるが, 7~10 月には産卵の低下がいちじるしかった。

4. 軟卵等の異常卵の産出は本試験の範囲では Ca と P の含量に関係なく個体の影響が大きく, Ca, P の多給によって異常卵の産出を低下せしめることはできなかった。

5. 産卵鶏の Ca, P 要求量としては NRC 標準が適用され得ることが推察されたが, 暑期における要求量やや高いようである。

文 献

- 1) DRIGGERS, J. C. AND C. L. COMAR: Poultry Sci., **28**, 420, 1947
- 2) BELL, D. J., W. G. SILLER AND CAMPBELL, J. G.: Biochem. J., **72**, 32p, 1959
- 3) HURWITZ, S. AND P. GRIMINGER: Poultry Sci. **40**, 1417, 1961
- 4) GABUTEN, A. R. AND C. S. SHAFFNER: ibid **33**, 47, 1954
- 5) SULLIVAN, T. W. AND J. R. KINGAN: ibid **41**, 1596, 1962
- 6) SULLIAN, T. W.: Feed Age, **12**, 48, 1962
- 7) 窪田大作・有吉修二郎・森本 宏: 農技研報 G **21**, 113, 1962
- 8) PETERSON, C. F., E. A. SAUTUR, A. C. WIESE AND D. J. LUMIJARVI: Poultry Sci. **38**, 1236, 1959

Studies on Calcium and Phosphorus Requirements of Laying Hens

1. Influence of Egg prooduction on Calcium and Phosphorus Levels.

KENJI FURUTA, MINORU NAKAZAWA, KENICHI YAMADA,
IICHI IYAMA AND DAISAKU KUBOTA

(Shiga Pref. Poultry Breeding Station, Kusatsu-shi and National Institute of
Animal Industry, Chiba-Shi)

Calcium and Phosphorus requirements of laying hens seem to change due to their new feeding system, management and improvement of laying ability. Five sorts of diet with graded levels of calcium and phosphorus were given to five groups of hens to elucidate the calcium and phosphorus requirements in the conventional laying mash.

The results are as follows.

1. No influence of calcium and phosphorus level has been found on body weight, but low calcium and phosphorus diets decreased livability.
2. Average feed consumption and feed conversion did not change due to calcium and phosphorus level. But when calcium level was the same, the addition of phosphorus in diet showed advantage.
3. The egg production percentage was not different from NRC standard or calcium 3.4% and phosphorus 0.8% level, but in hot climate (July~October) the egg production percentage was lower on NRC level diet than on high calcium and phosphorus diet.
4. Percentage of brocken and soft shelled eggs owing to calcium and phosphorus level was not revealed clearly.
5. Calcium and phosphorus requiremts in conventional laying mash fitted to NRC feeding standard in this experiment but when calcium and phosphorus contents were higher than NRC standard in hot climate the egg production was improved. From this fact, in hot climate a litle higher than NRC standard level of calcium and phosphorus in laying mash seems desirable for layers.