



Title	週齢に伴う鶏卵の長径、短径の推移
Author(s)	高, 文仲; GAO, Wenzhon; 清水, 弘 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 14(3), 210-217
Issue Date	1985-03-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12018
Type	departmental bulletin paper
File Information	14(3)_p210-217.pdf



週齢に伴う鶏卵の長径, 短径の推移

高 文 仲・清 水 弘

上 田 純 治・八 戸 芳 夫

(北海道大学農学部畜産学科)

奥 村 孝 二・原 田 誠・原 田 進

(北海道大学農学部附属農場)

(昭和 59 年 5 月 9 日受理)

Changes in the Growth of Egg Length and Egg Width with Age of Pullets

Wenzhon GAO, Hiroshi SHIMIZU, Junji UEDA
and Yoshio HACHINOHE

(Department of Animal Science, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Kohji OKUMURA, Makoto HARADA
and Susumu HARADA

(Agricultural Experimental Farm, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

緒 言

日本国内で生産される鶏卵の大部分は殻付卵として流通している。GP センターでの処理中や輸送中の衝撃等で破損しない強度を持つ鶏卵を生産することは経済的にも必要なことである。卵殻の強度はその厚さや硬さと最も深い関係にあるが^{8,15)}、卵短径/卵長径比で表される卵形指数とも関連があり、卵殻強度が卵短径、卵形指数と正の相関があることも報告されている^{2,4,10,16)}。

卵形を構成する卵長径、卵短径と卵殻強度との関連性については多くの研究が報告されているが、卵長径、卵短径の発育様相についての報告はほとんどない。

本研究において、主として、卵長径、卵短径と卵重の3計測値についての相互の相対発育係数から、週齢に伴う卵長径と卵短径の発育の特性を動的に分析し、産卵機能との関連性についても検討した。

材料および方法

供試鶏は 1981 年 3 月 28 日にふ化した白色レグホーン種系産卵鶏である。この鶏群は道立滝川畜産試験場に繋

養の Z 系に由来し、本学部附属農場畜産第一部において、産卵率、初産日齢、卵重と成体重の 4 形質について選抜指数に基づいて選抜してきている鶏群である。育成および産卵鶏の飼養管理は当畜産部の慣行の方式で行ない、バッテリー式の育雛器で育雛し、中雛用群飼ケージで育成した後、単飼の産卵鶏用ケージで飼育した。育雛、育成期間は市販の幼雛用、中雛用および大雛用配合飼料を給与し、産卵開始後は慣行の指定配合飼料を給与した。育成および産卵期間中に特別な産卵制御を行っていない。

毎日、個体毎に産卵の有無を調査し、産卵開始から 43 週齢までは月曜日から土曜日までの毎日(週 6 日間)集卵後に卵重、卵長径、卵短径を計測した。ただし、新年を含む 1 週間(40 週齢)は計測しなかった。44 週齢以降 61 週齢までの期間には隔週齢、同じく週 6 日間計測した。

週 6 日間に、破損卵、軟卵等の異常卵を除いて 2 個以上の健全卵について各鶏毎に各週齢の平均値(卵重、卵長径、卵短径)を計算し、卵数とともに、本研究の基礎データとした。本研究の対象鶏は最大 220 羽であった(Table 1)。

Table 1. Means and standard deviations of egg weight, egg length and egg width at each age of pullets

Weeks of age	No. of pullets	No. of eggs	Egg weight (g)		Egg length (cm)		Egg width (cm)	
			Av.	s.d.	Av.	s.d.	Av.	s.d.
19	5	11	37.7	4.7	5.11	0.24	3.57	0.14
20	27	61	42.0	3.2	5.34	0.19	3.74	0.14
21	85	205	42.9	4.8	5.36	0.28	3.77	0.16
22	143	441	45.3	4.8	5.42	0.34	3.85	0.17
23	193	665	47.0	8.2	5.50	0.10	3.91	0.19
24	214	888	49.3	6.5	5.55	0.35	3.96	0.20
25	219	1,007	50.6	6.1	5.59	0.35	4.01	0.20
26	220	1,050	51.7	6.4	5.63	0.36	4.04	0.20
27	220	1,067	52.9	6.2	5.68	0.36	4.07	0.19
28	220	1,096	54.2	6.8	5.68	0.38	4.09	0.20
29	219	1,080	55.4	6.9	5.77	0.38	4.12	0.20
30	219	1,066	56.3	6.9	5.82	0.37	4.14	0.21
31	219	1,053	57.3	6.8	5.85	0.36	4.17	0.20
32	220	1,057	58.0	6.8	5.88	0.36	4.19	0.20
33	220	1,050	59.0	7.0	5.91	0.35	4.21	0.20
34	220	1,049	59.7	7.0	5.93	0.37	4.23	0.24
35	218	1,014	60.3	6.7	5.95	0.35	4.24	0.20
36	220	1,025	61.2	7.0	5.98	0.37	4.26	0.20
37	220	1,009	61.5	6.7	5.99	0.34	4.28	0.19
38	218	1,004	62.1	7.2	6.00	0.37	4.23	0.20
39	219	998	62.5	7.4	6.00	0.38	4.30	0.21
41	219	995	63.3	7.4	6.05	0.38	4.31	0.20
42	220	985	63.5	7.2	6.05	0.38	4.32	0.20
43	219	985	63.9	7.8	6.07	0.39	4.34	0.19
45	212	919	64.6	7.4	6.09	0.39	4.35	0.21
47	211	925	64.9	7.5	6.11	0.37	4.34	0.21
49	210	933	65.3	7.7	6.11	0.38	4.35	0.22
51	214	959	65.6	7.8	6.12	0.39	4.36	0.21
53	216	946	65.6	7.6	6.13	0.38	4.37	0.21
55	213	924	65.7	7.9	6.13	0.39	4.37	0.22
57	213	927	65.9	8.1	6.15	0.39	4.38	0.22
59	202	905	65.9	8.3	6.15	0.45	4.38	0.22
61	201	864	66.0	8.4	6.16	0.45	4.38	0.22

Av.; means, s.d.; standard deviations.

卵重, 卵長径, 卵短径の发育様相を把握するために, 多項式: $Y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$ (Y は t 週齢の計測値, a_0, a_1, a_2, a_3 は係数) に当てはめ, 北海道大学大型計算機センターの最小二乗法計算用プログラムパッケージ (SALS)¹⁴⁾ を利用して各係数を推定した。Fig. 1 の曲線は同センターの XYプロッターで描いた。卵重, 卵長径, 卵短径間の相互の相対发育係数は HUXLEY⁹⁾ の相対发育式: $Y = AX^b$ (X, Y はそれぞれ2形質の发育値, A は定数, b は Y の X に対する相対发育係数) について2計測値を自然対数に変換した後, 回帰分析から b を推定

した。これらの計算もすべて同センターを利用して行った。

結 果

卵重, 卵長径, 卵短径の週齢に伴う増加様相

19 週齢から 61 週齢までの各週齢の平均値と標準偏差を Table 1 に示した。3形質の中では卵重の個体変動が最も大きく (変動係数; 11~12%), 卵短径が最も小さい (4~5%)。3形質について, 各週齢の平均値を用いて3次までの多項式に適合させたときの各係数の推定値を

Table 2. Parameter estimates from the growth equation; $Y = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$, for egg weight, egg length and egg width

Traits	Parameters				Average deviation
	a_0	a_1	a_2	a_3	
Egg weight (g)	29.16	5.2450	-0.0986	0.000629	0.081
Egg length (cm)	2.744	0.19005	-0.003641	0.00002372	0.102
Egg width (cm)	1.345	0.18261	-0.003737	0.00002569	0.130

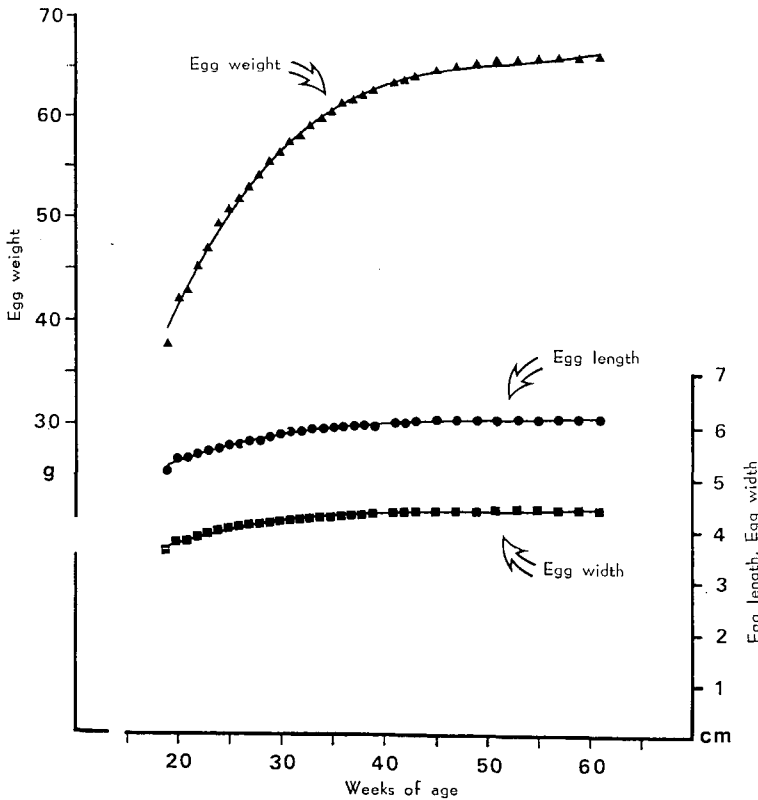


Fig. 1. The growth curves of egg weight, egg length and egg width with the age of pullets.

Table 3. The estimates of relative growth coefficient from the allometric relationships among egg weight, egg length and egg width

Y	X	Fitted periods (weeks of age)	Relative growth coefficients	Multiple correlation
Egg length (cm)	Egg weight (g)	19-61	0.327 ± 0.003^a	0.998
Egg width (cm)	Egg weight (g)	19-61	0.350 ± 0.002	1.000
Egg width (cm)	Egg length (cm)	19-61	1.060 ± 0.019	0.995
Egg width (cm)	Egg length (cm)	19-28	1.309 ± 0.036	0.997
Egg width (cm)	Egg length (cm)	29-61	0.984 ± 0.018	0.993

Allometric relationship; $Y = AX^b$, $a \pm$ standard error.

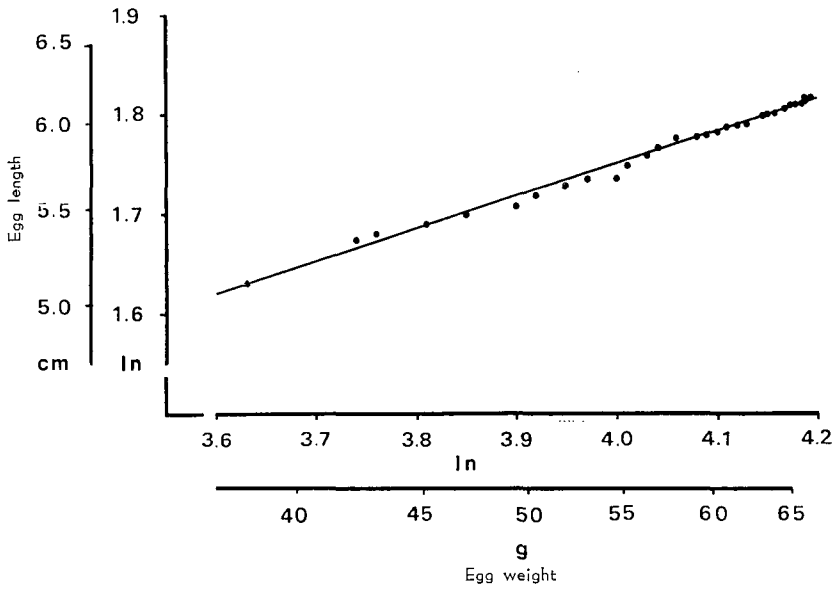


Fig. 2. The relative growth of egg length to egg weight.

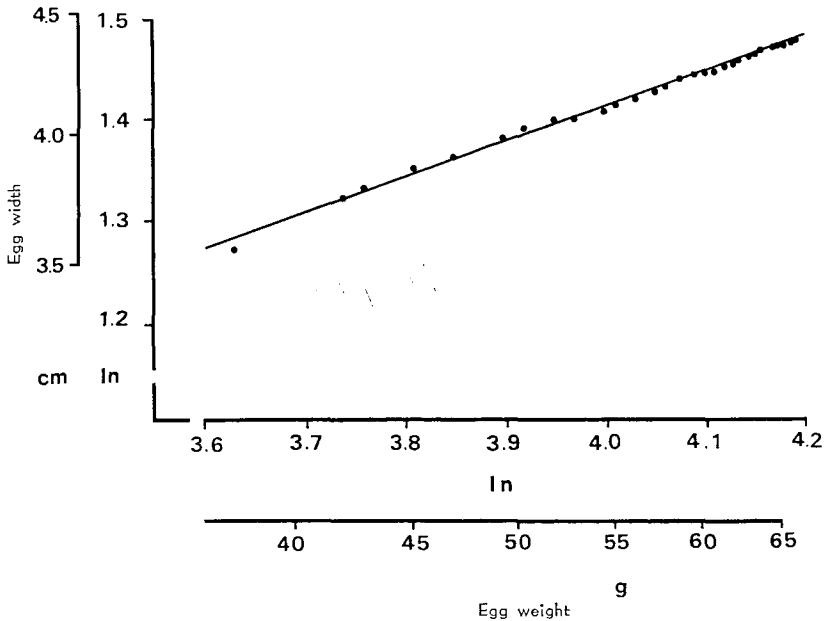


Fig. 3. The relative growth of egg width to egg weight.

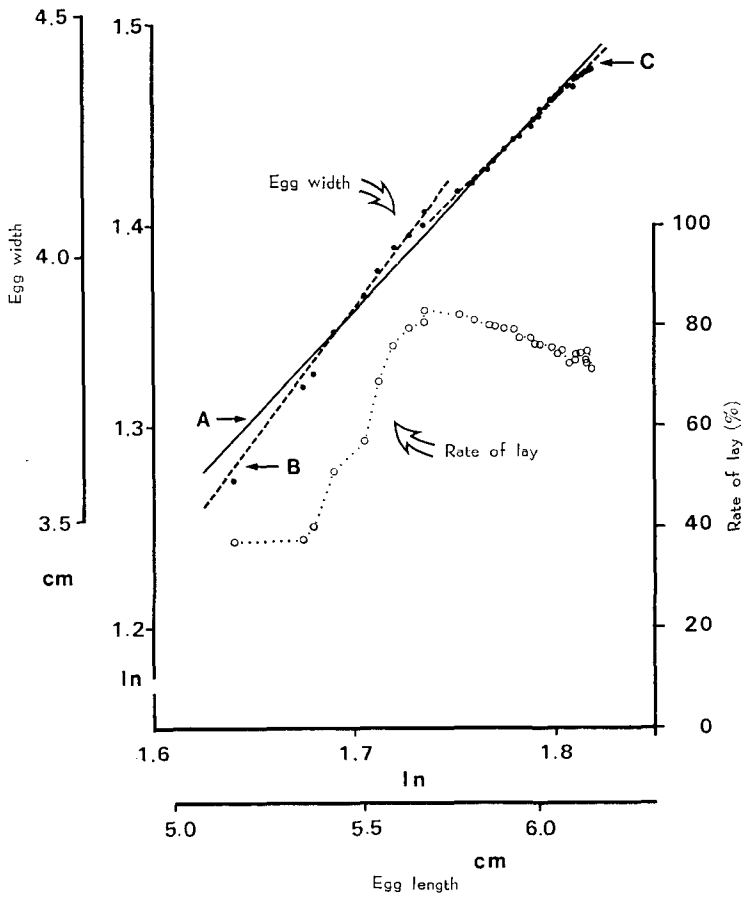


Fig. 4. The relative growth of egg width to egg length, and rate of lay.
 A; 19-61 weeks of age, B; 19-28 weeks of age,
 C; 29-61 weeks of age.

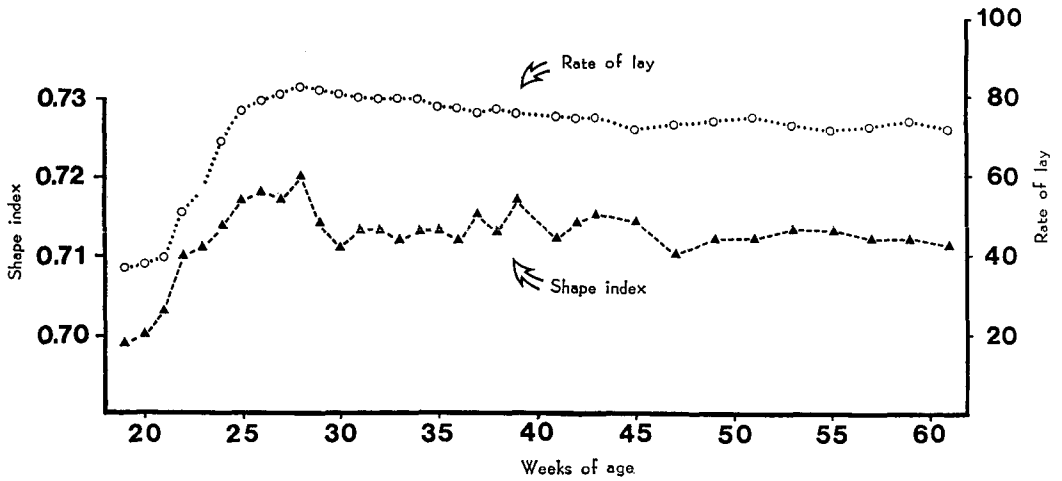


Fig. 5. Changes in shape index and rate of lay with the age of pullets.

Table 2 に示し, 週齢に伴う様相を Fig. 1 に示した。Fig. 1 で明らかなように, 3 次の多項式は実測値に良く適合し, 卵重, 卵長径, 卵短径についての実測値の多項式の推定値からの平均偏差はそれぞれ 0.08 g, 0.10 cm と 0.13 cm であった。卵重は産卵開始後急激に増加し, 50~60 週齢でもわずかではあるが増加している。卵長径, 卵短径は, 卵重の増加率に比較すれば小さいが, 週齢に伴って増加率を減少しながらも増加する傾向を示している。推定した多項式から, これら 3 形質の發育曲線の変極点を求めるとそれぞれ 55 (卵重), 50 (卵長径), 45 週齢 (卵短径) で, 卵短径は 3 形質の中では最も早熟で, 卵重は逆により後期まで増加する。これらの傾向は Fig. 1 の 3 つの曲線の比較からも認められる。

卵重に対する卵長径, 卵短径の相対發育

HUXLEY の相対發育式に適合した卵重に対する卵長径と卵短径の相対發育係数 (b) はそれぞれ 0.327 と 0.350 であり, 対数変換した計測値についての回帰分析でそれぞれの重相関係数は 0.998 と 1.00 でいずれも 1.0 に近く良く適合していた (Table 3, Figs. 2, 3)。卵短径の發育係数は卵長径より有意に高かった ($p < 0.01$)。

卵長径に対する卵短径の相対發育係数

卵長径に対する卵短径の相対發育係数は 1.06 で 1.0 より有意に大きく卵短径の優成長を示した (Table 3)。このことは卵長径より卵短径の増加率がより大きいことを示している。これら 2 形質間の相対發育の様相を Fig. 4 に示したが, 明らかな 2 相が認められた。すなわち, 19~28 週齢の期間の相対發育係数は 29~61 週齢の係数より有意に大きい (1.309 vs. 0.984; Table 3)。29 週齢以降の相対發育係数 (0.984) は 1.0 と有意な差はなく, この期間の卵長径と卵短径の増加率はほぼ等しい。Fig. 4 に卵長径 (自然対数変換値) に対して産卵率を同時にプロットしてみると, 卵短径が優成長を示した第 1 相は産卵開始 (19 週齢) から 28 週齢にかけての産卵率が急激に増加する期間と明らかに一致し第 2 相は産卵率の横ばいあるいは漸減期に対応している。

卵形の指標としての卵形指数 (卵短径/卵長径) の週齢に伴う推移には, 卵長径, 卵短径の相対發育が直接反映して, 産卵開始後産卵率が急激に増加する期間では卵短径の増加が著しく卵形指数が高まるが, 29 週齢以後の卵形指数はほぼ一定して推移している (Fig. 5)。

考 察

産卵開始後週齢が増すに伴い卵重は増加率を減じながら増加する^{1,3,13,17)}。鶏卵の主要な構成成分である卵白,

卵黄, 卵殻重量もまた同様に増加するが, 卵白重量の増加は水分の増加に因るもので, 卵白乾物重量は産卵開始の早期 (5~7 週間) に増加するのみでその後はほとんど変らない¹⁾。他方, 卵黄乾物重量は週齢が増すに伴って増加し続ける¹⁾。卵白は卵管子宮部に滞留中に急激に水分を増すことと合せて¹⁸⁾ 卵重の増加は卵巣内での卵黄の蓄積量の増加と水分の増加に因ると考えられる。卵胞の發育と卵管の發育が性腺刺激ホルモンの影響を強く受けることは一般に認められている¹⁸⁾。育成中の制限給餌による産卵率の向上は卵管の発達と卵胞の發育速度が高まることに因ることも報告されている²⁰⁾。遺伝的に産卵率の高い系統は卵巣および卵管の産卵開始後の發育がより大きく⁵⁾, これらの器官は性腺刺激ホルモンに対する感受性が高い⁶⁾。本研究において, 卵重に対する卵短径の相対發育係数は卵長径の發育係数より有意に大きかった (0.357 vs. 0.327)。さらに, 卵短径の卵長径に対する 19~61 週齢の全期を通しての相対發育係数 (1.060) は 1.0 より有意に大きかったが, その様相は明らかな 2 相を示した。産卵開始後急激に産卵率が増加する期間に一致する初産から 28 週齢の相対發育係数は 1.309 で 1.0 より有意に大きく, 卵短径の優成長を示し, 産卵率が横ばいあるいは漸減期の 29 週齢以降の同じ係数は 0.984 で 1.0 と有意な差はなく, 卵長径と卵短径の發育は等成長を示した。このように卵形の変化は産卵機能の推移ときわめて良く一致した様相を示した (Fig. 4)。産卵開始後卵巣, 卵管はさらに発達し続け機能も高進する。それに伴って, 卵巣内では多数の卵胞の發育とともに卵胞内卵黄の蓄積が増加し大きな卵胞 (卵黄重量の大きい) が排卵される。さらに卵管も大きく発達するに伴って卵白成分も増加するが (水分増加に因る), 卵黄蓄積の増加率がより大きく, その結果卵短径の増加が著しくなると推測される。

個体内卵間の卵短径の反復率が卵長径より大きい傾向にある (0.81-0.85 vs. 0.67-0.82) ことが佐伯ら¹⁷⁾ によって報告されている。このことから卵管の解剖学的大きさが卵長径より卵短径に強く影響をおよぼしていると考えられる。さらに, 卵重, 卵白, 卵黄重量との相関で, 卵短径はいずれの相関とも卵長径より高い傾向にある^{12,17)}。本研究においても卵重に対する回帰係数の重相関係数がその差はわずかではあるが, 卵短径が大きい傾向にあった。卵黄重量が卵短径の大きさに強く影響をおよぼしているという推測もこれらの相関関係と矛盾しない。

卵殻の強度が, 卵殻の厚さ, 硬さや重量, 全卵に対する殻の比率等卵殻自体の衝撃に対する強度に大きく依存

しているが^{8,15)}、卵形とも関連性のあることも指摘されている^{2,4,6,10,16)}。鶏卵の赤道線に力を加えたときの卵の変形度合で測定した卵殻の強度は卵形指数と正の相関が特に卵短径との間で正の高い相関が報告されている¹⁹⁾。細長い鶏卵は破損しやすく、卵短径の大きいものは卵殻が強い傾向にある。

卵黄、卵白、卵殻重量、卵長径、卵短径、卵形指数等の卵形質の遺伝率は一般に卵重と同程度に高い^{7,12)}。また、卵黄、卵白重量、卵長径、卵短径の相互の間には高い正の遺伝的關係があること、また、卵形指数との遺伝相関が卵短径を除いていずれも負ないしは0に近いことを三好と光本¹²⁾が報告し、卵形指数に対する直接選抜以外の方法で卵形を変えることが必ずしも容易でないことを示唆している。三好と光本¹¹⁾はさらに卵黄、卵白について高低2方向への選抜試験から、高選抜系統群で明らかかな選抜効果を認めたが卵黄重量の有意な増加にもかかわらず、卵短径の明らかかな増加は認められず、逆に低選抜系統での卵白重量の増加と卵短径の有意な増加傾向を認めた。このことは卵短径が卵黄重量のみでなく卵管の機能の影響をも受けていることを示唆している。さらに鶏卵の卵形の形成過程に複数の要因が複雑に関与し、選抜によって遺伝相関係数から期待される卵形の変化が必ずしも得られないと思われる。直接選抜を含めて、卵形を変える有効な選抜方法を見いだすためにも、卵長径と卵短径の増加率が等しい週齢と卵短径が優成長を示す産卵ピーク以前の週齢での卵管の発達、卵白卵殻形成の遺伝的面からの比較検討が必要であろう。

摘 要

鶏卵の卵形を改良するための基礎的情報を得るために、初産(19週齢)から61週齢までの期間について、卵長径、卵短径と卵重の発育の推移を、これら3形質間の相対発育係数から検討した。卵短径の卵重に対する相対発育係数(0.350)は卵長径(0.327)より有意に大きかった。このことは卵短径の卵長径に対する発育係数でも明らかに示され、19~61週齢の全期間を通した係数は1.060で1.0より有意に大きく、卵短径の優成長が認められた。さらに、この相対成長は明らかかな2相を示した。産卵開始後産卵率が急激に増加し最高に達する28週齢までの期間の相対発育係数は1.309と1.0より有意に高く卵短径の優成長を示したが、29週齢以降の産卵率が横ばいあるいは漸減する期間の相対発育係数は0.984で1.0と有意な差はなく、卵短径と卵長径は等成長を示した。これらの相対成長の様相が卵形指数の推移に直接反映して、

産卵開始後卵形指数は増加し、29週齢以後は変動なく一定となる。卵短径の増加は卵巢内での卵黄の蓄積量の増加やさらに性腺刺激ホルモンに対する卵巢と卵管の感受性との関連性が示唆された。

引用文献

1. ANDERSON, G. B., W. BOLTON, R. M. JONES and M. H. DRAPER: Effect of age of the laying hen on the composition of the egg, *Br. Poult. Sci.*, **19**: 741-745. 1978
2. CARTER, T. G.: The hen's egg: some factors affecting deformation in statistical loaded shells, *Br. Poult. Sci.*, **11**: 15-38. 1970
3. COWEN, N. S., B. B. BOHREN and H. E. MCKEAN: Increase in pullet egg size with age, *Poult. Sci.*, **43**: 482-486. 1964
4. FRANK, F. R., M. H. SWANSON and R. E. BURGER: The relationships between selected physical characteristic and the resistance to shell failure of *Gallus domesticus* eggs, *Poult. Sci.*, **43**: 1228-1235. 1964
5. FRANKHAM, R. and H. DOORNENBAL: Physiological differences associated with genetic difference in egg production I. Organ and endocrine gland weight, *Poult. Sci.*, **49**: 1610-1615. 1970
6. FRANKHAM, R. and H. DOORNENBAL: Physiological differences associated with genetic difference in egg production. II. Gonadotrophin sensitivity, *Poult. Sci.*, **49**: 1619-1621. 1970
7. HICKS Jr., A. F.: Heritability and correlation analysis of egg weight, egg shape and egg number in chickens, *Poult. Sci.*, **37**: 967-975. 1958
8. HUNT, J. R. and P. W. VOISEY: Physical properties of egg shells. I. Relationships of resistance to compression and force at failure of egg shells, *Poult. Sci.*, **45**: 1398-1404. 1960
9. HUXLEY, J.: Problem of relative growth, Methuen, London, England. 1932
10. MAŠIĆ, B., L. ŽIGIĆ, L. ŠRAJBER and V. MARINKOVIĆ: Correlations between shape index and shell deformation of hen's eggs over a laying year, *Br. Poult. Sci.*, **13**: 185-189. 1972
11. 三好俊三・光本孝次: 鶏卵における高および低卵黄、卵白比の選抜について II. 選抜7世代にわたる直接反応, 日本家禽学会誌, **17**: 219-227. 1980
12. 三好俊三・光本孝次: 鶏卵における高および低卵

- 黄, 卵白比の選抜について III. 卵形質に対する相関反応, 日本家禽学会誌, 17: 228-241. 1980
13. MUELLER, W. J., A. J. M. MAW and E. G. BUSS: The influence of season and the age of layers on egg weight, shape index, albumen quality and shell thickness, *Poult. Sci.*, 39: 854-860. 1960
 14. 中川 徹・小柳義夫: 最小二乗標準プログラム SALS (第二版) 利用の手引, 東京大学大型計算機センター, 東京. 1979
 15. RICHARDS, J. F. and L. M. STALEY: The relationships between crushing strength, deformation and other physical measurements of the hen's egg, *Poult. Sci.*, 46: 430-437. 1967
 16. RICHARD, J. F. and M. H. SWANSON: The relationship of egg shape to shell strength, *Poult. Sci.*, 44: 1555-1558. 1965
 17. 佐伯祐弼・関寺章八・秋田富士・大川勇三郎: 数種鶏の産卵性能ならびに各経済形質の遺伝率とそれら形質間の相互関係について III. 産卵初年度における卵重増大ならびに時期別卵重と年平均卵重との相関関係, 日本家禽学会誌, 4: 85-89. 1967
 18. STURKIE, P. D.: Avian physiology, second edition, Cornell University Press, Ithaca, New York. 447-667. 1965
 19. TUNG, M. A., L. M. STALEY and J. F. RICHARDS: Studies on egg shell strength, shell stiffness, shell quantity, egg size and shape, *Br. Poult. Sci.*, 9: 221-229. 1968
 20. WATSON, N. A.: Reproductive activity of broiler hens subjected to restricted feeding

during rearing, *Br. Poult. Sci.*, 16: 259-262. 1975

Summary

This study was conducted to investigate the relative growth of egg length, egg width and egg weight, for the period from 19 to 61 weeks as age. The relative growth was estimated from the growth coefficient, b , in the allometric equation ($Y=AX^b$).

The growth coefficient of the egg width relative to the egg weight was significantly larger than the egg length to the egg weight. Two phases were clearly indicated in the growth pattern for egg width relative to egg length. The growth coefficient was significantly greater than 1.0 for the period from 19 to 28 weeks of age (1.309), indicating a growth rate for the egg width which was higher than for egg length. However, the coefficient was 0.984 for the period after 29 weeks of age, which is not significantly different from 1.0. Positive allometry of the egg width to the length related well to the marked increase in egg production. The pattern of relative growth of the width to the length directly reflected on the changes in shape index, so that the shape index continued to increase for the period from the first egg to the peak of egg production and remained constant after then. It was suggested that the rapid growth of egg width at the first phase might be influenced by gonadotrophic hormones.