ニューハンブシャー種の改良に関する研究

I. 選 抜 方 法 の 検 討

清水 弘・八戸芳夫・川名啓之*

北海道大学農学部, 札幌市

*苫小牧ファームKK, 苫小牧市

今日我が国のブロイラーはコーニッシュ種とホワイトロック種の交配からのブロイラー専用種とニューハンブシャー種を雌系にして専用種の雄系を交配した準専用種に二大別される。後者の交配様式は前者のそれに比較して、ブロイラーの発育では劣るが母鶏の産卵性能が高いことによってもと雛を安く生産できる利点がある。

ブロイラー生産用の母鶏として、幼若期の発育が早いことと産卵能力が高いことは特に重要と考えられるが、これら両形質の間には一般に負の遺伝的関係がみられるので、このような関係にある2つの形質を同時に改良しようとする選抜方法として指数選抜法は有効な1つの方法であろう。遺伝率および相関係数の正しい推定値は選抜指数式の算出ならびに選抜方法の比較検討に重要な母数である。

著者等はブロイラー生産用の母鶏としてニューハンブシャー種のブロイラー時体重と産卵性の改良を計画した。そこでまず、幼若期の体重と産卵性の遺伝率およびこれら形質間の相関を推定し、それらの母数に基づいて選抜方法を設定してその比較検討を試みた。

材料および方法

選抜試験を始めるに先立って、苫小牧ファームKK(苫小牧市)に繋養されているニューハンブシャー種の鶏群の中から、疾病、外傷、奇形その他外観的に明らかに障害があると認められたものを除いて無作為に雄44羽、雌440羽を選出し、これを基礎父母鶏群とした。基礎父母鶏群は各鶏房に雄1羽に雌10羽を収容し単雄交配をした。得られた種卵は2回にわたって孵卵し、第1回目の孵化(孵化I: 昭和40年5月6日)で雄雛364羽、雌雛846羽を、また第2回目の孵化(孵化II: 昭和40年5月20日)で雌雛791羽を選出し、合せて雄364羽雌1,637羽をもって基礎鶏を構成した。雛はすべて孵化した日に翼帯で個体識別をし雌雄鑑別をした。

育成は7週令まで一棟33m²の大型コロニー舎3棟を使い、孵化Iの雛を2つの群に分け雌雄混合して収容、

昭和42年12月25日受付

孵化IIの雛を残りの1棟で育て、3週令までプロバン赤外線育雛器で給温した。満7週令時に4.125m²のコロニー舎に約50羽ずつ移して4ヵ月令まで放飼した。その後成鶏舎に収容した。

測定した形質は孵化時体重、3週令体重、6週令体重、9週令体重および初産から60日間の産卵数の5つの形質であった。孵化時体重は1g単位、各週令体重は5g単位で測定し、産卵記録は初産以降連日トラップネスト調査した。

基礎鶏群は9週令時に雌雄共に3つの群に分けそれぞれ鶏群1, 2, 3とした。この際、母家系が3つの群に均等に配分されるように考慮した。3つの群に分けた後9週令体重について軽いものを鶏群2, 3でそれぞれ雌雄共に1/2, 3/4淘汰した。分散分析するとき、鶏群間で産卵数の分散に差がないことを確認したので群間をプールして分析した。

遺伝率はKING AND HENDERSON¹⁾の方法に従って推定したが、雄雛については半きょうだいの分析から推定した。相関係数はLERNER²⁾の示した式に従い算出した。

選抜指数式はKEMP THORN AND NORDSKOG³⁾の考察した方法で算出した。9週令体重と産卵数との間には負の遺伝的相関関係のあることが見い出されたので、独立淘汰水準選抜法による期待遺伝的変化はYOUNG AND WEILER⁴⁾の式で推定した。

結果および考察

1. 遺伝率、相関係数推定値:

基礎鶏群の平均性能と群の大きさ、遺伝率および相関係数推定値はそれぞれ第1表と第2表とに示した。

産卵数の遺伝率は0.272であった。この推定値は他のニューハンブシャー種の鶏群で推定したJEROME *et al*⁵⁾の0.31, DIRARD *et al*⁶⁾の0.12より大きい。KREUGER *et al*⁷⁾の0.28, HICKS⁸⁾の0.24~0.27とほぼ同じである。本研究の対象となった鶏群は過去10年余りの間計画的な人為選抜を加えていないことがやや高い値となっている原因と思われる。

第1表 基礎鶏群の大きさと平均性能

Table 1. The means of traits measured, and number of progeny, sire and dam

形 質 Traits	性 Sex	平 均 値 ± 標準偏差 Means ± s.d		数 Number of		
				子 progeny	父 鶏 sire	母 鶏 dam
体 重 Body weight (g)	孵 化 時	♂	40.51 ± 3.86	364	42	292
	at hatching	♀	40.32 ± 3.40	1,637	86	639
	3 週 令	♂	181.16 ± 22.19	357	42	290
	at three weeks	♀	165.41 ± 21.82	1,548	86	634
	6 週 令	♂	502.59 ± 66.53	340	42	276
	at six weeks	♀	421.72 ± 58.26	1,503	86	631
	9 週 令	♂	944.95 ± 122.74	304	42	256
	at nine weeks	♀	769.76 ± 95.65	1,395	86	621
産 卵 数 Egg number (no.)	♀		38.09 ± 10.38	733	86	469

第2表 遺伝率および相関係数推定値

Table 2. Estimates of heritabilities and correlation

遺 伝 率 Heritabilities				
形 質 Traits	性 Sex	h_s^2	h_d^2	
体 重 Body weight (g)	孵 化 時 ♂	-0.083		
	at hatching ♀	0.748	2.619	
	3 週 令 ♂	0.658		
	at three weeks ♀	0.599	0.878	
	6 週 令 ♂	0.533		
	at six weeks ♀	0.416	1.006	
	9 週 令 ♂	0.452		
	at nine weeks ♀	0.357	1.872	
産 卵 数 Egg number	♀	0.272		
相 関 係 数 Correlation coefficient				
表型相関		遺伝相関		
		Phenotypic correlation		
		Genetic correlation		
9 週令体重	× 産卵数	-0.160	-0.280	
Body weight at 9 weeks	Egg number			

9 週令までの各週令の体重についての遺伝率は、雄の孵化時を除いて比較的高い。9 週令の体重の推定値は雄について、0.452、雌は 0.357 (h_s^2) で産卵数の場合より大きい。また h_d^2 は h_s^2 に比較して常に大きな値を示している。雌雄の孵化時、6 週令、9 週令体重の h_d^2 が 1.0 以上の値である要因としては、全きょうだいの数が平均 (2.56 ± 2.24) と小さく、しかもレンジが 1~6 と大きいことから抽出誤差の関与が考えられる。さらに h_d^2 が一貫して h_s^2 より大きいことは母体効果、ドミナンス効果およびあるいはエピスタシス効果がこれらの形質に作用していることを暗示している。本研究ではこれらの効果について相対的大きさを推定しなかった。一般に幼若期の体重に対して遺伝子の相互作用の効果は小さく^{9,10)} 他

方卵重による母体効果は 6~12 週令までも体重に影響を及ぼすことが認められている^{11,12,13)}。

9 週令体重と産卵数との間に遺伝的に負の関係 (-0.280) がある。6~10 週令の体重と産卵性との間の相関関係を調べたこれまでの報告では、低いが正の遺伝相関を見出したもの^{7,14,15)} や 0~-0.29 程度の負の値^{6,16,15)} も報告されている。ここに得られた -0.280 はこれらに比較して高い負の値である。したがって 9 週令体重のみについて重い方向に選抜すると産卵数が減少することが期待される。このことは 9 週令頃の体重が重くしかも産卵性の高いことが要求されるプロイラー生産用の母鶏の育種には不都合なことである。しかし遺伝相関が -1.00 でなければ、適切な選抜指数を使って選抜することによって一方の形質の能力低下を抑制して他方の能力を高めることは可能である。

家系選抜と個体選抜とによる選抜効果の比較は期待遺伝的变化 (それぞれ $\Delta \bar{G}_f$, ΔG とする) の比 ($\Delta \bar{G}_f / \Delta G$) で表わせる²⁾。9 週令体重 ($h_s^2=0.357$) について比較すると家系内共通環境効果が全くないと仮定し、全きょうだいの数が 4 羽のとき $\Delta \bar{G}_f / \Delta G=1.009$ となり、両者にはほとんど差がない。しかし h_d^2 が h_s^2 に比較して大きく母体効果のあることが推測され、作業の簡便さをも考慮すると個体選抜の方が有利であろう。

2. 選抜方法の比較

9 週令体重と初産後 60 日間の産卵数との間には負の遺伝相関があったので、9 週令体重のみについて重い方向に選抜すると産卵数が減少することが予測される。

2 つ以上の形質を同時に選抜する方法には次の 3 つの方法がある。

- (1) 指数選抜法
- (2) 独立淘汰水準選抜法

(3) 順ぐり選抜法

HAZEL AND LUSH¹⁷⁾は n 個の形質が互に相関関係がなく、遺伝率および分散が等しい特殊な条件で、この 3 つの選抜方法の効果を比較した。総合的な経済価の期待遺伝的变化において、(1) 法は (3) 法より大きく (2) 法はその中間であった。

遺伝的に相関関係のあることが見い出されたニューハンプシャー種の鶏群の 9 週令体重と産卵数の 2 つの形質を選抜対象形質として、3 つの選抜指数式、独立淘汰水準選抜法、9 週令体重のみについての選抜および産卵数のみについての選抜の 6 つの方法による選抜効果を比較した。

選抜指数式の算出:

選抜指数の正しい応用は次の仮定に基づいている。

- (1) 各形質の遺伝分散はすべて相加的なものであること
- (2) 各形質の遺伝的および環境的效果は相加的であ

ること

- (3) パラメーターの推定値が真の値に等しいこと。

- (4) 各形質の測定値の変異が正規分布していること
- 選抜指数式の算出に必要なパラメーターと経済価を第 3 表に示した。9 週令体重の遺伝分散は雌雄の父親成分からの推定値を雌雄共通のものとした。それは分散の母親成分に母体効果および或は遺伝子間の相互作用による効果が含まれていると考えられることと、雌雄と雄雄との間でパラメーターを推定した集団の大きさに差があり、 h_s^2 を真の遺伝率に最も近い推定値とみなしたためである。したがってパラメーターはすべて雌について推定した値であり、雄と雌とでパラメーターに差がないことをも仮定している。

ブロイラー生体 1 kg の生産収益が 35 円あるとすれば、1 羽の母鶏が 100 羽のブロイラーを生産するとすれば 1 g の増体は 3.5 円の増収となる。60 日間で 1 個の産卵の増加は、300 日間その産卵率を持続するとすれ

第 3 表 9 週令体重と産卵数の分散、共分散及び経済価

Table 3. Variance, covariance and economic value of body weight at nine weeks and egg production.

形 質 Traits	表 現 型 Phenotypic		遺 伝 Genetic		経 済 価 Economic value
	分 散 Variance	共 分 散 Covariance	分 散 Variance	共 分 散 Covariance	
9 週 令 体 重 Body weight at nine weeks	9,093.17		3,242.72		3.5 (円/g. body weight)
産 卵 数 Egg number	105.03	-145.98	28.60	-72.24	100.0 (円/egg no.)

第 4 表 6 つの選抜方法による 9 週令体重、産卵数および総合経済価の期待遺伝的变化
(選抜強度=上位 1/4)

Table 4. The expected genetic changes in body weight at nine weeks, egg production and total economic value by six selection methods (selection intensity=upper 1/4)

選 抜 方 法 Selection methods	期 待 遺 伝 的 変 化 Expected genetic changes			
	9 週 令 体 重 Body weight at nine week (g.)	産 卵 数 Egg no. (no.)	総 合 経 済 価 Total economic value (yen)	相 対 効 率 Relative efficiency (%)
(1) $I_1 = X_1 + 29.90 X_2$	4.50	3.24	339.75	100
(2) $I_2 = X_1 + 44.89 X_2$	0.00	3.38	338.00	99.48
(3) $I_3 = X_1 + 2.54 X_2$	40.94	0.00	143.29	42.18
(4) 独立淘汰水準選抜法 Independent culling level selection method	26.68	1.24	217.38	63.98
(5) 9 週令体重のみについての選抜 Selection on body weight alone	43.20	-0.96	55.20	16.25
(6) 産卵数のみについての選抜 Selection on egg number alone	-8.96	3.59	327.64	96.44

ばこの間5個の増加となる。種卵1個の収益を20円とすれば、本報の産卵個数1個の増加は100円の増収となる。

対象形質を9週令体重(X_1)と産卵数(X_2)の2つの形質に限定して次の(1), (2), (3)を目的とした選抜指数式を算出すると

- (1) 総合的経済価を高める。この式を I_1 とする。

$$I_1 = X_1 + 29.90 X_2$$

- (2) 9週令体重を変化させないで産卵数を増加させる。

この式を I_2 とする。

$$I_2 = X_1 + 44.89 X_2$$

- (3) 産卵数を変化させないで、9週令体重を重くする。

この式を I_3 とする。

$$I_3 = X_1 + 2.53 X_2$$

選抜効果の比較：上で算出した3つの選抜指数式による方法に加えて

- (4) 独立淘汰水準選抜法
(5) 9週令体重のみについての選抜
(6) 産卵数のみについての選抜

の6つの選抜方法を用いて、いずれの場合にも上位1/4を選抜した時、9週令体重、産卵数および総合的経済価の1世代当りの期待遺伝的变化を予測した(第4表)。

(4)の選抜方法は、9週令体重について全体の平均値より重いものを1/2選抜し、さらに選抜された集団のうちから産卵数の多いものを1/2選抜(最終的には全体の1/4が選抜されることになる)する方式である。

他の形質の変化を無視して、9週令体重或は産卵数を高めようとするためには、それぞれの対象形質のみについての単独選抜が最も効果が大きい。即ち9週令体重については(5)の43.20g、次いで(3)の40.94g、産卵数は(6)の3.59個、(2)の3.38個、(1)の3.24個の順である。また2つの形質間に負の遺伝相関があることから期待される如く(5)、(6)による選抜ではそれぞれの非選抜対象形質において(5)で産卵数が0.96個、(6)で体重が8.96gと減少する。(4)の独立淘汰水準選抜法で選抜すると、体重が26.68g産卵数が1.24個と大きくはないが両形質ともに増加することが期待される。この選抜方法は(1)、(2)、(3)の指数式を使うのに比較して複雑さが少なく、産卵成績を待たずに9週令体重について一部を淘汰できるので注目すべき方法であろう。総合的経済価の変化の最も大きいのは(1)で次いで、(2)、(3)である。この3つの方法はいずれも産卵数の増加が大きい。これに対して、体重増加の大きい(3)、(5)の総合的経済価の変化は(1)に比較し

42.18%, 16.25%と低い。これは9週令体重と産卵数に適用した経済価が産卵数により強い重みづけをしたことによると思われる。2つのみの形質を対象とした最も単純な場合でも、総合的経済価を目的として選抜指数式を使う時、正しい経済価を適用することが重要である。

母鶏としての真の価値は関与しているすべての形質の経済的重みづけのされた値の総和からなっている。本研究には9週令体重と初産から60日間の産卵の2つの形質のみしか考慮しなかったが、この他に飼料効率、生存率、孵化率もブロイラー生産に影響を及ぼす母鶏側の要因となっている。さらに、最も効果的な選抜方法は用いられた選抜方法に伴う時間と労力に対して最も大きな遺伝的改良の得られる方法である。本研究では、1世代の選抜当りの期待遺伝的变化に基づいて比較したが、選抜に伴う労力については全く考慮していない。

要 約

本研究はニューハンプシャー種の9週令体重と産卵性を改良するための選抜方式の選定とそれに必要な情報を得ることを目的として行ったものです。

9週令までの幼若期の体重について、雄雛で推定した遺伝率は孵化時を除いて比較的高かった。雌雛についての h_s^2 は雄雛と同程度に高く、 h_d^2 は h_s^2 よりさらに高かった。このことは9週令までの体重に母体効果および或は遺伝子相互作用がかなり大きく作用していることを示唆している。初産後60日間の産卵数の遺伝率は中程度であった。9週令体重と産卵数との間には負の遺伝的相関々係があった。

9週令体重または産卵数に対する単独選抜は個々の形質に最も大きな選抜効果が期待される。しかし総合的経済価では選抜指数式を適用するのが最も効果が大きい。独立淘汰水準選抜法でも両形質を同時に高めることが出来るが総合的経済価での効果は指数選抜法より小さい。

本研究遂行に際して、衛生管理の面で北海道大学獣医学部三浦四郎教授、佐藤儀平助教授の御協力を得ている。深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) KING, S.C. AND C.R. HENDERSON: Poultry Sci., 33, 147, 1954.
- 2) LERNER, I.M.: The Genetic Basis of Selection, John Wiley & Son, Inc., New York, 1958.
- 3) KEMPTHORNE, O. AND A.W. NORDSKOG: Biometrics, 15, 10, 1959.
- 4) YOUNG, S.S.Y. AND H. WEILER: Journal of Genetics, 57, 329, 1960.

- 5) JEROME, F.N., C.R. HENDERSON AND S.C. KING: Poultry Sci., **35**, 995, 1956.
- 6) DILLARD, E.U., G.E. DICKERSON AND W.F. LAMOREUX: Poultry Sci., **32**, 897, 1953.
- 7) KREUGER, W.F., G.E. DICKERSON, Q.B. KINDER AND H.L. KEMPSTER: Poultry Sci., **31**, 922, 1952.
- 8) HICKS, A.F.: Poultry Sci., **37**, 967, 1958.
- 9) BRUNSON, C.C., G.F. GODFREY AND B.L. GOODMAN: Poultry Sci., **35**, 524, 1956.
- 10) KAN, J., W.F. KREUGER AND J.H. QUISENBERRY: Poultry Sci., **38**, 972, 1959.
- 11) UPP, C.W.: Poultry Sci., **7**, 151, 1928.
- 12) WILLEY, W.H.: Poultry Sci., **29**, 595, 1950.
- 13) AXELSSON, J.: Animal Breeding Abstracts, **23**, 336, 1955.
- 14) JAAP, R.G., J.H. SMITH AND B.L. GOODMAN: Poultry Sci., **41**, 1439, 1962.
- 15) McCLUNG, M.R.: Poultry Sci., **37**, 1225, 1958.
- 16) SIEGEL, P.B.: Poultry Sci., **42**, 896, 1963.
- 17) HAZEL, L.N. AND J.L. LUSH: Journal of Heredity, **33**, 393, 1942.

A Study on Genetic Improvement of New Hampshire Chickens.

I. An Investigation of Selection Methods.

HIROSHI SHIMIZU*, YOSHIO HACHINOHE* AND HIROYUKI KAWANA**

* Hokkaido University, Sapporo-shi

** Tomakomai-Farm Ltd., Tomakomai-shi

This experiment was designed to obtain information needed for investigating the most efficient selection method to improve both the body weight at nine weeks of age and egg production in New Hampshire chickens.

The heritability estimates for body weight at various early ages were generally high, ranging from 0.658 to 0.452 for males. In females, the estimates from sire components were similar to those of the male, and those from dam components were considerably higher yet. This suggests that maternal effects and/or gene interaction affect body weight at these various early ages.

The heritability estimate for egg numbers during the first 60 days from first egg was moderate.

The genetic correlation of body weight at nine weeks of age with egg number was moderately negative.

Selection by a single trait at a time may cause the largest genetic change in the body weight or egg number. The largest genetic gain in total economic value may be attained by using a index selection for the total score. Selection on independent culling levels for each trait increases the body weight and egg number at any given time, but is less efficient than index selection, in total economic value. (Japan. Poultry Sci **5**, 126, 1968).