

白色レグホーン種における優性伴性遅羽性遺伝子 (K) 保有ヒナの羽装の特徴

野田賢治・中村明弘・大島啓太郎¹・梅澤吉孝

愛知県農業総合試験場畜産研究部, 愛知県愛知郡長久手町岩作, 480-1193

¹愛知県農業大学校, 愛知県愛知郡長久手町岩作, 480-1193

本試験は遺伝子解析によって、羽性遺伝子型を特定した白色レグホーン種の雛を用いて、遅羽性 (K) 遺伝子の作用について、ふ化後の羽根の形態的变化と伸長の違いの2方向から明らかにした。さらに、これらの結果をもとに表型的には遅羽性を示す、雄のホモ接合体 (K/K) とヘテロ接合体 (K/k^+) の判別法についても検討した。

雌雛においては、遅羽性 ($K/-$) は速羽性 ($K^+/-$) に比べて副翼羽の先端が細くなる形状の違いがみられ、しかも第Ⅱ主翼羽と第2副翼羽の長さの差も有意に大きかった。さらに、尾羽でもその長さは10週齢まで有意に短かった。一方、雄雛においては、遅羽性ホモ接合体 (K/K) は遅羽性ヘテロ接合体 (K/k^+) に比べて、雌雛と同様に副翼羽の形状に違いがみられるとともに、さらに先端部が極端に細く線状となっていた。第Ⅱ主翼羽と第2副翼羽の長さの差も雌雛と同様の傾向がみられ、その差はもっと大きかった。特に尾羽については、2週齢時においては、ホモ接合体はほとんど生えておらず、さらに4週齢時の副翼羽の先端が尖った形状を加えれば、形態的にホモ型 (K/K) とヘテロ型 (K/k^+) を区別することが可能であった。このことから、白色レグホーン種では、副翼羽形状と尾羽の長さは、遅羽性雄雛のホモ接合体 (K/K) とヘテロ接合体 (K/k^+) の羽性遺伝子型の判定に有効な指標となることが示唆された。

キーワード: 優性伴性遅羽性遺伝子, 羽装, 尾羽, 白色レグホーン種

緒 言

ニワトリの初生ヒナの翼は上羽と下羽の2層構造になっており、下羽が上羽より伸びているものを速羽性、同程度のもを遅羽性といい、この羽性形質は伴性遺伝子によって支配され、遅羽性 (K) が速羽性 (k^+) に対して優性である (Warren, 1925)。そのため、速羽性の雄 (k^+/k^+) と遅羽性の雌 ($K/-$) の交配様式で生産される雌ヒナは、すべて速羽性 ($k^+/-$) で雄ヒナは遅羽性 (K/k^+) となる。現在、この羽性の遺伝的特性を利用した初生雛の雌雄鑑別法は、多くの実用鶏種で用いられている。

羽性遺伝子の特性等については、これまで多くの報告 (Warren, 1945; Hays, 1951; Hurry, 1953; Plumart *et al.*, 1954; Siegel *et al.*, 1957; Saeki *et al.*, 1961; Lowe

et al., 1981; Dunnington *et al.*, 1986a; Dunnington *et al.*, 1986b) があるが、いずれも初生ヒナの表現型 (羽性の形態的差異) に基づいてその遺伝子型を想定したもので、羽性遺伝子本体を明らかにするものではなかった。その後、Bacon *et al.* (1988) は遅羽性遺伝子がニワトリ白血ウイルス由来の内在性ウイルス遺伝子 *ev-21* と連鎖していることを発見した。そして、Iraqi and Smith (1994) は遅羽性遺伝子と連鎖している内在性ウイルス遺伝子 *ev-21* を利用したPCR法によって、白色レグホーン種の速羽性と遅羽性を遺伝子で判別できることを報告した。さらに、形態的には遅羽性を示す雄のホモ (K/K)、ヘテロ (K/k^+) 個体についても、遺伝子型を正確に判別できることも示された (Iraqi and Smith, 1994)。これらによって、遅羽性及び速羽性遺伝子を保有する鶏を、遺伝子で正確に区分することが可能となった。これにより、羽性遺伝子が生体に及ぼす作用を、より明確に研究できるようになってきた。

そこで、本試験はIraqi and Smith (1994) の遺伝子解析によって、羽性遺伝子型を判定した白色レグホーン種の雛を用いて、遅羽性 (K) 遺伝子の作用をふ化後の羽根

2006年5月17日受付, 2006年7月5日受理

連絡者: 野田賢治

愛知県農業総合試験場畜産研究部

Tel: 0561-62-0085

Fax: 0561-63-7856

E-mail: kenji_noda@pref.aichi.lg.jp

の形態的变化と伸長の違いの質的及び量的の2方向から明らかにした。さらに、これらの結果をもとに、表型的には遅羽性を示す雄のホモ型、ヘテロ型個体の簡易な判別法についても検討を加えた。

材料及び方法

供試鶏

愛知県農業総合試験場で系統造成している白色レグホーン種の遅羽性系統の雄（遺伝子型は K/K と想定）と、速羽性系統の雌（遺伝子型は $k^+/-$ と想定）を交配し、これにより得られた遅羽性雄（遺伝子型は K/k^+ と想定）に、遅羽性雌（遺伝子型は $K/-$ と想定）を無作為に交配しヒナを生産した。生産されたヒナは遺伝子解析により羽性の遺伝子型を判定し、雌ヒナ（A：遅羽性 ($K/-$), B：速羽性 ($k^+/-$)) と雄ヒナ（C：遅羽性ホモ接合体 (K/K), D：ヘテロ接合体 (K/k^+)) の各 10 羽を供試鶏として用いた。

供試鶏の羽性遺伝子型判定

(1) ゲノム DNA の調整

1 週齢に 0.5 M エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) pH 8.0 10 μ l を加えたシリンジを用いて行い、翼下静脈から静脈血を 1 ml 採取した。ゲノム DNA の抽出は 20 μ l の血液から DNA 抽出キット (Takara) の「Gen とるくん™ (血液用)」を用いて行った。抽出した DNA は 500 μ l の TE (10 mM Tris- HCl, 1 mM EDTA, pH 8.0) に溶解して用いた。

(2) PCR 法及び DNA 断片の確認

Iraqi and Smith (1994) の報告に従い、PCR 法及び DNA 断片の確認を行い、羽性遺伝子型を判定した。

羽根の形態的变化と伸長

日齢の経過に伴う、翼羽と尾羽の形態的な変化を調査した。羽根の長さについては、第 II 主翼羽、第 2 副翼羽、尾羽で経時的に測定した。

飼養管理

供試鶏は餌付けから 4 週齢までは電熱式バクテリア育雛器で育雛し、その後 15 週齢まで中大雛用群飼ケージで育成した。飼料は市販飼料 (株式会社日清丸紅飼料, 東京都) を用い、育雛時には CP20%, ME 2,950 kcal (商品名 MN 幼すう) を、育成時には CP 14.5%, ME 2,800 kcal (商品名 MN 大すう) を給与し、飲水は水道水を自由摂取とした。

統計処理

平均値の差の比較は、分散分析による F 検定で行った (スネデカー・コ克蘭, 1972)。

結 果

供試鶏の羽性遺伝子型判定

供試鶏の羽性遺伝子型の電気泳動の結果を図 1 に示した。遅羽性を示した雌ヒナ A と雄ヒナ C, D は、いずれも 341 bp と 396 bp の位置に明瞭な DNA バンドが検出されたが、速羽性を示した雌ヒナ B は 396 bp の位置の 1 本のバンドしか検出されなかった。さらに、同じ遅羽性を示した雄ヒナ C, D の、制限酵素による切断パターンでの電気泳動の結果を図 2 に示した。C, D はともに 1,450 bp の位置に明瞭な DNA バンドがみられ、さらに、D は 382 bp と 1,068 bp の位置にバンドが確認された。

これにより、遅羽性雌ヒナ A の遺伝子型は ($K/-$) と、遅羽性雄ヒナ C はホモ接合体 (K/K), D はヘテロ接合体 (K/k^+) と、さらに、速羽性雌ヒナ B の遺伝子型は ($k^+/-$) と確定できた。

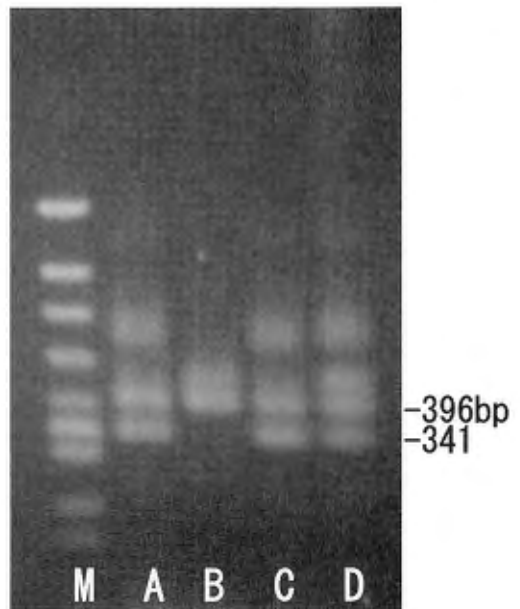


図 1. 供試鶏のアガロース電気泳動
速羽性を示す雌ヒナ B は 396 bp の位置に明瞭な DNA バンドが検出され、遅羽性を示す雌ヒナ A, 雄ヒナ C, D は 341 bp と 396 bp の 2 本のバンドが見られた。
M：マーカー (ϕ X174/Hinc II), A：遅羽性雌ヒナ ($K/-$), B：速羽性雌ヒナ ($k^+/-$), C：遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K), D：遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k^+)。

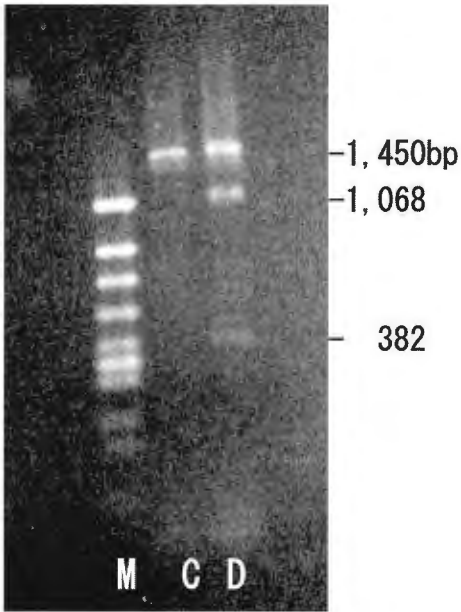


図 2. 雄ヒナのアガロース電気泳動
遅羽性を示す雄ヒナ C, D は 1,450 bp の位置に明瞭な DNA バンドがみられ、さらに、D は 382 bp と 1,068 bp の位置にバンドが確認された。
M: マーカー (ϕ X174/Hinc II), C: 遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K), D: 遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k^+)。

羽根の形態的变化

(1) 翼羽

雌ヒナ (遅羽性遺伝子 ($K/-$) を保有する A と速羽性遺伝子 ($k^+/-$) を保有する B) における翼羽の 2 及び 4 週齢の形態的变化を図 3 に、それぞれの第 II 主翼羽及び第 2 副翼羽の長さの差を表 1 に示した。遅羽性 ($K/-$) は速羽性 ($k^+/-$) に比べて副翼羽の先端が細くなる形状の違いがみられ、しかも第 II 主翼羽と第 2 副翼羽の長さの差も 6 週齢まで有意に大きかった ($p < 0.01$)。

雄ヒナ (遅羽性ホモ接合体遺伝子 (K/K) を保有する C, 遅羽性ヘテロ接合体遺伝子 (K/k^+) を保有する D) における翼羽の 2 及び 4 週齢の形態的变化を図 4 に、それぞれの第 II 主翼羽及び第 2 副翼羽の長さの差を表 2 に示した。遅羽性ホモ接合体 (K/K) は遅羽性ヘテロ接合体 (K/k^+) に比べて、雌ヒナと同様に副翼羽の形状の違いがみられ、先端部が極端に細く線状となっていた。第 II 主翼羽と第 2 副翼羽の長さの差も雌雄と同様の傾向がみられたが、雌ヒナに比べてその差はもっと大きかった。

(2) 尾羽

雌ヒナ (遅羽性遺伝子 ($K/-$) を保有する A と、速羽性遺伝子 ($k^+/-$) を保有する B) における尾羽の形態的な特徴を図 5, その長さを表 3 に示した。遅羽性遺伝子 ($K/-$) を保有する A は速羽性遺伝子 ($k^+/-$) を保有する B に比べて 2 週齢において尾羽がほとんど生えておらず、長さにおいても 10 週齢まで常に短かった。雄ヒナ (遅羽性ホモ接合体遺伝子 (K/K) を保有する C, 遅羽性ヘテロ接合体遺伝子 (K/k^+) を保有する D) における尾羽

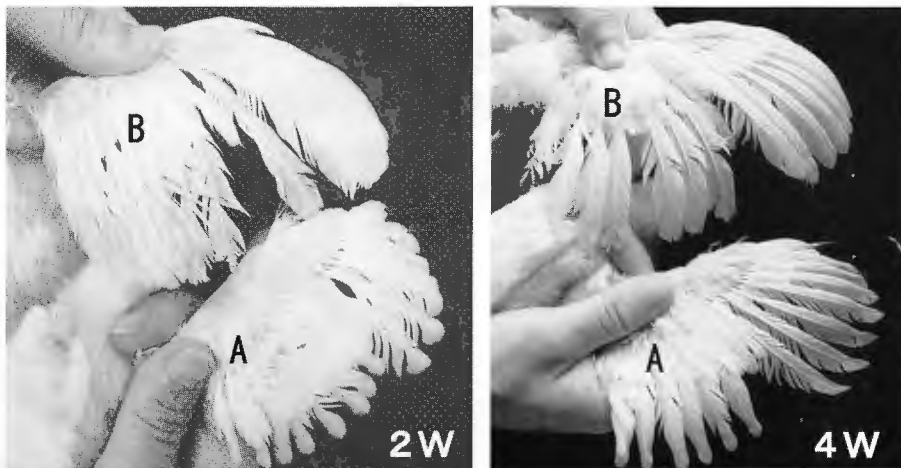


図 3. 雌ヒナの翼羽の形状
遅羽性 A ($K/-$) は速羽性 B ($k^+/-$) に比べて副翼羽の先端が細くなる形状の違いがみられる。
A: 遅羽性雌ヒナ ($K/-$), B: 速羽性雌ヒナ ($k^+/-$)。

の特徴を図6, その長さを表4に示した。遅羽性ホモ接合体 (K/K) は遅羽性ヘテロ接合体 (K/k^+) に比べて雌ヒナと同様な傾向が見られ, ホモ接合体はヘテロ接合体に比べて, 12 週齢まで常に尾羽が短く有意差が認められた ($p < 0.01$)。

K 遺伝子が尾羽の長さに及ぼす影響

各遺伝子毎の尾羽の長さの経時的変化を標準化するため, それぞれの平均値の逆数を算出し図7に示した。2 週齢時には K 遺伝子を 2 個保有する K/K が他の遺伝子型に比べ最も大きく, 以下, K 遺伝子 1 個の $K/-$, K/k^+ , の順に小さくなり, $k^+/-$ が最も小さく, K 遺伝子

表 1. 第 II 主翼羽と第 2 副翼羽の長さの差 (雌ヒナ)

ヒナ (遺伝子型)	2	4	6	8 週齢
A ($K/-$)	2.2±0.1	0.7±0.1	0.7±0.1	0.4±0.2
B ($k^+/-$)	0.3±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1
有意差	**	**	**	NS

数値は 10 羽の平均値±標準誤差 (cm)

** : $P < 0.01$. NS : 有意差無し

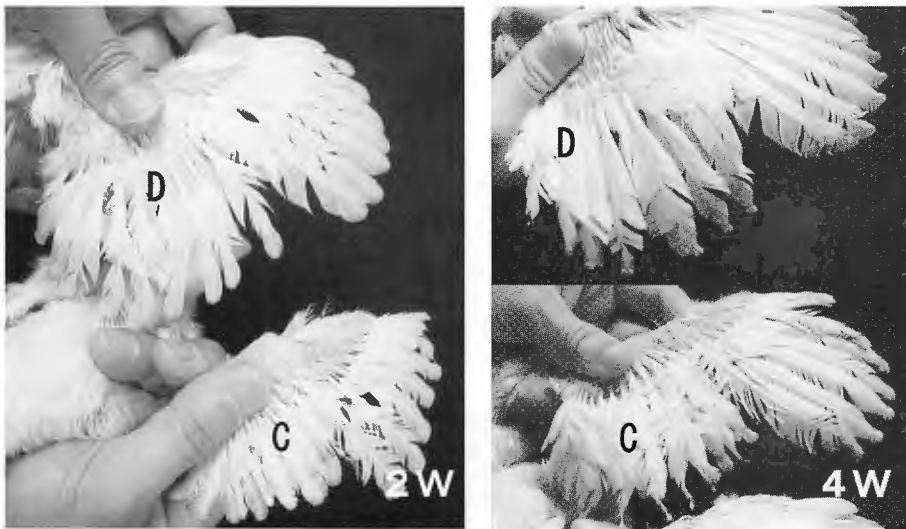


図 4. 雄ヒナの翼羽の形状

遅羽性ホモ接合体 C (K/K) は遅羽性ヘテロ接合体 D (K/k^+) に比べて, 副翼羽の形状に違いがみられるとともに, さらに先端部が極端に細く線状となっている。C: 遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K), D: 遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k^+)。

表 2. 第 II 主翼羽と第 2 副翼羽の長さの差 (雄ヒナ)

ヒナ (遺伝子型)	2	4	6	8 週齢
C (K/K)	2.8±0.2	2.3±0.3	1.2±0.2	0.5±0.2
D (K/k^+)	2.1±0.1	1.1±0.2	0.3±0.1	0.3±0.1
有意差	**	**	**	NS

数値は 10 羽の平均値±標準誤差 (cm)

** : $P < 0.01$. NS : 有意差無し

の数によってこの値は比例しておらず、数量的差が表れた。しかし、この傾向は4週齢になると急激に小さくなり、6週齢以降12週齢までどの遺伝子型も差がみられなくなった。

遅羽性雄のホモ、ヘテロ個体の簡易判別法

遅羽性雄ヒナホモ接合体遺伝子 (K/K) を保有するCと、遅羽性ヘテロ接合体遺伝子 (K/k^+) を保有するDそれぞれの、尾羽の長さの日齢の経過に伴う推移を個体毎に図8に示した。2週齢時ではホモ接合体 (K/K) のすべての個体は0.5cm以下で、一方、ヘテロ接合体遺伝子 (K/k^+) のすべての個体は1cm以上で、それぞれの遺伝子型の個体を尾羽の長さで明確に区別することがで

きた。しかし、4週齢以降では、一部の個体が重なる傾向がみられ、ホモ、ヘテロ接合体の遺伝子型を完全に特定することはできなかった。さらに、4週齢の副翼羽 (図4) ではCはDに比べ先端が極端に細くなるとともに、2週齢時の尾羽 (図6) はほとんど生えていないため、形態的にもホモ型 (K/K) とヘテロ型 (K/k^+) を区別することができる。

考 察

本試験は遺伝子解析により K 遺伝子を特定したヒナ

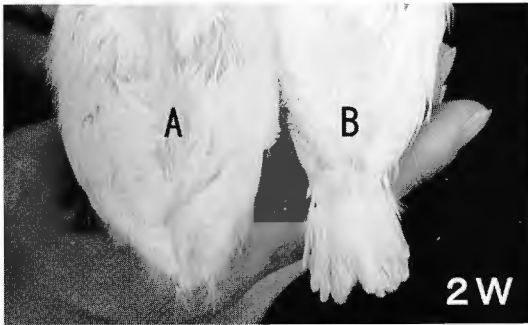


図 5. 雌ヒナの尾羽の形状
遅羽性 A ($K/-$) は速羽性 B ($k^+/-$) に比べて尾羽が短い。A: 遅羽性雌ヒナ ($K/-$)、B: 速羽性雌ヒナ ($k^+/-$)。

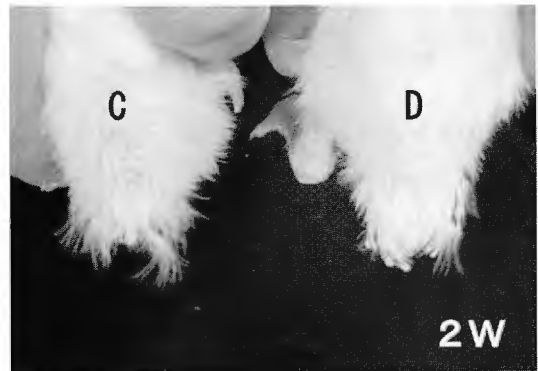


図 6. 雄ヒナの尾羽の形状
遅羽性ホモ接合体 C (K/K) は遅羽性ヘテロ接合体 D (K/k^+) に比べて、尾羽が短い。C: 遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K)、D: 遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k^+)。

表 3. 尾羽の長さ (雌ヒナ)

ヒナ (遺伝子型)	2	4	6	8	10	12 週齢
A ($K/-$)	1.1±0.3	3.9±0.2	6.2±0.4	9.4±0.5	12.9±0.3	15.2±0.3
B ($k^+/-$)	4.3±0.1	6.7±0.1	7.9±0.4	11.9±0.5	15.4±0.4	16.1±0.3
有意差	**	**	*	**	**	NS

数値は10羽の平均値±標準誤差 (cm)
**: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, NS: 有意差無し

表 4. 尾羽の長さ (雄ヒナ)

ヒナ (遺伝子型)	2	4	6	8	10	12 週齢
C (K/K)	0.2±0.1	2.3±0.3	3.9±0.2	6.1±0.3	7.4±0.6	11.5±0.8
D (K/k^+)	2.1±0.1	5.1±0.3	7.6±0.5	12.1±0.7	14.5±0.6	15.6±0.6
有意差	**	**	**	**	**	**

数値は10羽の平均値±標準誤差 (cm)
**: $P < 0.01$.

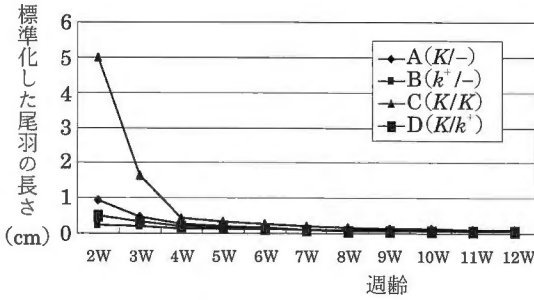


図 7. 標準化した尾羽の長さの推移
 標準化した尾羽の長さは平均値の逆数で示した。
 A: 遅羽性雌ヒナ (K/-), B: 速羽性雌ヒナ (k⁺/-), C: 遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K), D: 遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k⁺)。

を用い、羽性遺伝子の作用を日齢に伴う翼羽及び尾羽の形態的特徴と、第Ⅱ主翼羽、第2副翼羽、尾羽の伸長の違いの両面から明らかにした。Siegel *et al.* (1957) はロードアイランドレッド種を用い、雄遅羽ホモ (K/K)、ヘテロ (K/k⁺)、雌遅羽 (K/-) 個体の尾羽の生え方を指標化しスコアにして表している。そのスコアにおいて K/K は、K/k⁺ 及び K/- に対していずれも有意差があることを報告した。さらに、12 日齢尾羽の表型スコア値から雄遅羽の遺伝子型がホモ (K/K)、ヘテロ (K/k⁺) を予測する確からしさの精度は 80% と報告した。本試験では、Siegel *et al.* (1957) の報告と同様に、K 遺伝子は翼羽と尾羽の伸長を抑えることを確認した。さらに、K 遺伝子を保有する雄遅羽ホモ (K/K)、ヘテロ (K/k⁺)、雌遅羽 (K/-) 個体いずれも翼羽の伸長を抑制す

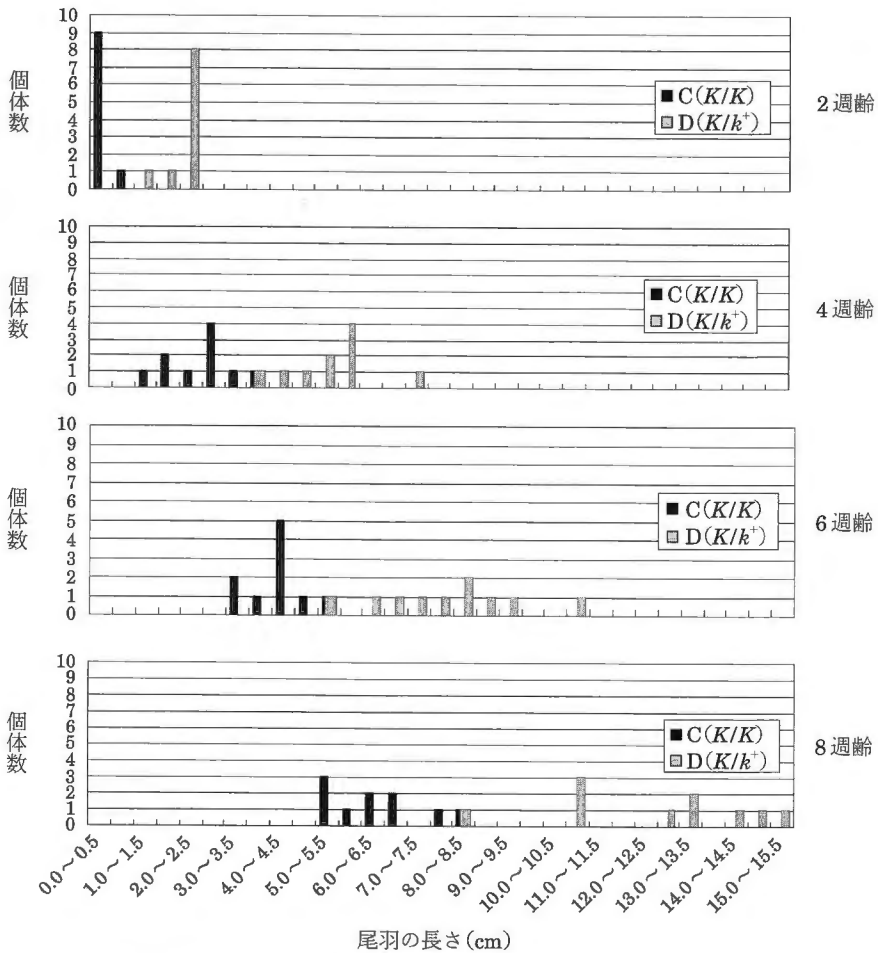


図 8. 尾羽における雄ヒナ個体の度数分布
 C: 遅羽性雄ヒナホモ接合体 (K/K), D: 遅羽性雄ヒナヘテロ接合体 (K/k⁺)。

るとともに、副翼羽の先端を細くとした形状にすることを明らかにした。特に K 遺伝子を2個持つ雄ホモの個体は、その形状が他に比べ顕著であった。また、尾羽も翼羽と同様に K 遺伝子の作用によってその伸長が抑えられ、2週齢の雄遅羽ホモ (K/K) 個体のはヘテロ型 (K/k^+) 個体よりも尾羽が短く、形態的にも両者の差は歴然としていた。 K 遺伝子の作用は性差はあるものの羽根の成長に劇的な変化をもたらし、これまで困難とされていた遅羽性を示す雄のホモとヘテロ個体を、尾羽の伸びと併せて形態的特徴の違いから、遺伝子型を判別することが可能であることが示唆された。このことによって、初生時には遅羽性を示す、ホモ及びヘテロ個体の雄は、後代検定を行うことなく、尾羽によって遅羽性遺伝子型を区分できることが可能となる。

また、 K 遺伝子の作用については、ブロイラー雌で21~30日齢で、 $k^+/-$ 保有雛は $K/-$ 保有雛よりも重く、しかも17, 21, 24日齢時の体表面温度は高い (Dunnington and Siegel, 1986)。一般的に、性染色体上の速羽性をもつ鶏は、成長割合が早いとの報告 (Warren and Payne, 1945; Saeki and Katsuragi, 1961) があり、 K 遺伝子は成長、体温の上昇等の代謝に関連がみられ、さらに成長過程で強弱がみられることが明らかとなっている。さらに、Saeki and Katsuragi (1961) は k^+ は、 K に比べて初生時の体重が大きく、2, 5, 10週齢時の体重も有意に重く、羽性を支配するこの K 遺伝子はヒナの成長に大きく関与していると報告している。本試験の第II主翼羽と第2副翼羽の長さの差は、雄雌ともに8週齢には遺伝子型による有意差が見られず、また、尾羽は雌で12週齢時においては、遺伝子型の違いによる差は無くなった。さらに、尾羽の長さの経時的変化を標準化した結果から、 K 遺伝子の作用は若齢時 (2週齢) では差がみられるが、4週齢以降12週齢までその差が無くなってきた。このように成長に伴って羽根の表現型に数量的な差がみられることから、 K 遺伝子は羽根の伸長を完全に抑制するのではなく、不完全優性的な作用を有していると考えられる。Siegel *et al.* (1957) もロードアイランドレッド種で、 K 遺伝子は不完全優性であると報告している。

以上のことから、遅羽性と速羽性を形態的に区別する方法として、①4週齢雛の副翼羽の形状、③2週齢雛で尾羽の形態と長さを確認することが重要である。特に、初生雛の時点で同じ遅羽性を示す雄雛のホモ接合体 ($K/$

K) とヘテロ接合体 (K/k^+) の羽性遺伝子型の判定には尾羽の形態と長さが有効な指標となることが示唆された。

引用文献

- Bacon LD, Smith E, Crittenden LB and Havenstein GB. Association of the slow feathering (K) and an endogenous viral ($ev-21$) gene on the Z chromosome of chickens. *Poultry Science*, 67 : 191-197. 1988.
- Dunnington EA and Siegel PB. Sex-linked feathering alleles (K , k^+) in chicks of diverse genetic backgrounds. 1. Body temperatures and body weights. *Poultry Science*, 65 : 209-214. 1986.
- Dunnington EA and Siegel PB. Feather weight of early (k^+) and late (K) feathering young adult broilers. *Poultry Science*, 65 : 1863-1865. 1986.
- Hays FA. Rate of chick feathering and growing chick weight in Rhode Island Reds. *Poultry Science*, 30 : 866-869. 1951.
- Hurry HF and Nordskog. A genetic analysis of chick feathering and its influence on growth rate. *Poultry Science*, 32 : 18-25. 1953.
- Iraqi F and Smith EJ. Determination of the $ev21-K$ in late-feathering male White Leghorns using the polymerase chain reaction. *Poultry Science*, 73 : 939-946. 1994.
- Lowe PC and Garwood VA. Independent effects of K and k^+ alleles and maternal origin on mortality and performance of crossbred chickens. *Poultry Science*, 60 : 1123-1126. 1981.
- Plumart PE and Mueller CD. Effect of sex-linked early feathering on plumage from 6 to 12 weeks of age. *Poultry Science*, 33 : 715-721. 1954.
- Saeki Y and Katsuragi T. Effect of early and late feathering gene on growth in New Hampshires, Leghorns and their crossbreds. *Poultry Science*, 40 : 1612-1616. 1961.
- Siegel PB, Mueller CD and Craig JV. Some phenotypic differences among homozygous, heterozygous and hemizygous late feathering. *Poultry Science*, 36 : 232-239. 1957.
- スネデカー・コ克蘭. 統計的方法. 第6版. 87-114頁. 岩波書店. 東京. 1972.
- Warren DC. Inheritance of rate of feathering in poultry. *Journal Heredity*, 16 : 13-18, 1925.
- Warren DC and Payne LF. Influence of the early-feathering gene upon chick's growth rate. *Poultry Science*, 24 : 191-192. 1945.

Some Phenotypic Feathering Characteristics of Chicks with Dominant Sex-Linked Late Feathering Gene (*K*) in White Leghorn

Kenji Noda, Akihiro Nakamura, Keitaro Ohsima¹ and Yoshitaka Umezawa

Poultry Institute, Aichi-ken Agricultural Research Center, Yazako Nagakute, Aichi-ken 480-1193, Japan.

¹ Aichi college of Agriculture, Yazako Nagakute, Aichi-ken 480-1193, Japan.

This experiment was carried out to investigate the phenotypic feathering characteristics in White Leghorn chicks specified feathering genotype by the genetic analysis of the dominant sex-linked late feathering gene (*K*). After hatching, the shape of the wing feather was observed, and the lengths of the wing and tail feathers were measured. In addition, it was attempted to estimate the determination of late feathering genotype (homozygous (*K/K*) or heterozygous (*K/k*⁺)) on the basis of these phenotypic informations in male chicks. The following conclusions were obtained ;

In female chicks, the point of the secondary feathers in *K*/— was thin shape compared in *k*⁺/—. The differences between the length of the number 2 primary feather and the number 2 secondary feather within *K*/— and *k*⁺/— were significant. The length of the tail feather was significantly shorter in the *K*/— females than in the *k*⁺/— females up to the age of 10 weeks.

When *K/K* and *K/k*⁺ male chicks were compared, the point of the secondary wing feathers was further thin in the *K/K* males than in the *K/k*⁺ male. Especially, the point of secondary wing feathers in the *K/K* males was linear shape. The differences of the length of the number 2 primary feather and the number 2 secondary feathers in *K/K*, were shorter than in *K/k*⁺ up to the age of 6 weeks significantly. Furthermore, highly significant difference existed between *K/K* and *K/k*⁺ males in the length of tail feather at 2 weeks of age. Therefore, these phenotypic characteristics in male chicks, the length of the tail feathers at 2 weeks of age and the point of the secondary feathers at 4 weeks of age, were able to distinguish homozygous (*K/K*) and heterozygous (*K/k*⁺) genotype.

These results indicate that the form of the secondary feather and the length of the tail feather become effective indices to estimate the determination of late feathering genotypes in males.

(Japanese Journal of Poultry Science, 43 : J153-J160, 2006)

Key words : dominant sex-linked late feathering gene, feathering, tail feather, White Leghorn