鶏血漿エステラーゼ座位の連鎖

木村 正雄・龜山 憲雄

岐阜大学農学部 各務原市

各種の動物の組織、体液中の蛋白質の多型現象が多数発見されている。この種の研究の概要、生理的意義、また家禽家畜に関しては育種学的な意義などこの多型性形質の研究の目的についてはこれ迄に幾人かによって論考されている^{1,2,3)}。著者らもこの分子生物学的な研究とその成果の家禽育種への応用の可能性を検討するため一連の実験を行っている。すでに澱粉ゲル電気泳動法を用いて鶏の血液エステラーゼに2種の遺伝的変異の存在することを発見し、これらの変異を支配する遺伝子座位をそれぞれ *Es-1* と *Es-2* と名付けた^{4,5)}。多数の個体の血液をスクリーニングする内に、この2つの座位が緊密に連鎖していることが予想された。

マウスやショウジョウバエのような実験動物については蛋白質の多型現象を支配する遺伝子座位の相互間、あるいはそれらと他の形質を支配する遺伝子座位間との連鎖現象については広く調べられているが家禽ではまだ少ない。わづかに *BUVANENDREN*⁶⁾ の鶏卵白蛋白質と血清トランスフェリンの多型現象を支配する遺伝子座位間の連鎖についての報告、*LAW*⁷⁾ の鶏血清アルカリ性ホスファターゼとロイシン・アミノペプチダーゼの泳動パターンに関連の存在についての報告、*ZINKHAM et al.*⁸⁾ の鳩の睪丸の LDH を合成する2つの座位間の連鎖についての報告などがみられるだけである。

今回の実験は先述の鶏血漿エステラーゼ座位 *Es-1* と *Es-2* 間の連鎖の有無を検討するために行った。

材料と実験方法

実験鶏は白色レグホーン種であった。鶏の遺伝子型は電気泳動像と交配結果から推定した。*Es-1^F/Es-1^F·Es-2^a/Es-2^a* 型の雌と *Es-1^s/Es-1^s·Es-2^A/Es-2^A* 型の雄との交配から得られた鶏に *Es-1^F/Es-1^F·Es-2^a/Es-2^a* 型の鶏を戻交配した。得られた雛が4週令に達した時に血液試料を採取した。なお両親の年齢は7ヶ月であった。

電気泳動法は次の通りであった。2つの遺伝的変異、*Es-1* と *Es-2* に関与するエステラーゼ活性帯はすべてエゼリンに対して抵抗性を示す。各個体の型を判定するのに干渉するその他のエステラーゼを不活性化するためゲル作製用緩衝液に硫酸エゼリンを $10^{-5}M$ の濃度で添加した。緩衝液は *LUSH*⁹⁾ のアルカリ性システムを用いた。コンノート製の澱粉を11.8%の濃度で使用してゲルを作製した。 $10^{\circ}C$ の定温で水平の位置で12 Volt/cm の定電圧で約3時間泳動した。エステラーゼ活性帯の検出には α -ナフチル・ブチレートとファースト・ブル・RR 塩を使用した。通常血液試料は8×5mmの沓紙に吸着させゲルに挿入した。型の判定の対象となる活性帯が不在する場合には確認の意味で沓紙を2内至3枚重ねて試料を吸着させゲルに挿入して泳動をくり返えた。

結果と考察

Es-1 変異はエステラーゼ活性帯 No. 1 と No. 2 が関与し、鶏の個体は3通りに分類される。共優性の2つの遺伝子 *Es-1^F* と *Es-1^s* により支配される。この変異は *CSUKA et al.*¹⁰⁾ と *GRUNDER*¹¹⁾ によっても報告された。*Es-2* 変異はエステラーゼ活性帯 No. 7 が関与し、鶏の個体によりこの活性帯を有するものと欠くものの2通りがある(第1図)。優性の遺伝子 *Es-2^A* によりこの活性帯の存在がきめられ、*Es-2^a* ホモの個体ではこの活性帯を持たない。これ迄に調査したところでは *Es-1* FS 型と *Es-1* S 型には活性帯 No. 7 を持つものと欠くものの2通りがあるが、活性帯 No. 7 を有する個体はすべて *Es-1* FS 型か *Es-1* S 型のいずれかに属することがわかった。逆に *Es-1* F 型ではすべて活性帯 No. 7 を持たなかった。このことから *Es-1* と *Es-2* 変異には深い関連性があることが予想され、この点を確認するために今回の実験を行った。

第1表に交配結果を示めた。交叉は雄では3.58%、雌では0.47%の割合で生じ、雄で高い交叉率がみられた。*Es-1* と *Es-2* 座位は共に常染色体にあり非常に緊密に連鎖していることがわかった。性染色体を除く他のいずれの染色体に位置するかは不明である。この点は現在他の形質を支配する遺伝子座位との関連性を調査中で

昭和44年10月13日受付

Linkage of plasma esterase loci in the chicken.

Masao KIMURA and Norio KAMEYAMA

Faculty of Agriculture, Gifu University, Kagami-gahara-shi.

Fig. 1. Electrophoretic patterns of eserine resistant esterases

※ (+) Possessed esterase band No. 7. (-) Lacked esterase band No. 7.

注. *Es-2* 域の存在をはっきりさせるため染色時間を長くした。そのため比較的に活性の強い *Es-1* 域は強く染まり分離ははっきりしない。

Table 1. Backcross progeny classified for *Es-1* and *Es-2*.

Matings		Offspring				Totals				
		Non-recombinants		Recombinants						
		F	a	F	a		F	a	S	a
Male	Female	<div><div>F</div><div>a</div></div>	<div><div>F</div><div>a</div></div>	<div><div>F</div><div>S</div></div>	<div><div>a</div><div>A</div></div>	<div><div>F</div><div>F</div></div>	<div><div>a</div><div>A</div></div>	<div><div>S</div><div>F</div></div>	<div><div>a</div><div>a</div></div>	
<div><div>F</div><div>S</div></div>	<div><div>F</div><div>F</div></div>			152	162	0		9		323
<div><div>F</div><div>F</div></div>	<div><div>F</div><div>S</div></div>			116	98	0		1		215
Recombination values		Male	0.0358 ± 0.0103							
		Female	0.0047 ± 0.0047							

あり、まもなく決定できる予定である。

交叉値が性によって異なることについてはいろいろな実験動物について報告されているが、鳥類における連鎖の性差の問題を取扱っている報告は比較的少ない。

HOLLANDER¹²⁾ は鳩の常染色体の遺伝子の連鎖について報告しているが、雌よりも雄における交叉値の方が高かった。一方 WARREN *et al.*¹³⁾ の鶏の場合では交叉の性差は殆んどないが、わづかに雌において高いことが報告されている。交叉に及ぼす性の影響についての明確な説明はまだなされていない。性と結びついた細胞学的な要素が交叉の性差の原因ではなかろうかという可能性は示めされている。また heterogametic sex では交叉はおこらぬか、或いは非常に低いという現象がよく知られてい

る¹⁴⁾。heterogametic sex の点では今回の実験結果は一致した。

次に今回の実験結果で理解が難しい現象がみられた。交叉によって *Sa* の gamete と同時にそれと同数の *FA* の gamete も生ずる筈である。しかしこの実験では表現型が *Es-1 F·Es-2 (+)* 型の雌は発見できなかった (注. + はエステラーゼ活性帯 No. 7 を持つもの、- は持たないもの)。なおこれ迄に調べた鶏群では、全部が交叉をおこし得る交配から得られたものではないが、*Es-1 F* 型の鶏はすべて *Es-2 (-)* 型であった。他には *Es-1 FS·Es-2 (-)* 型と *Es-1 S·Es-2 (-)* 型はみられた。

今回の実験で交配の結果得られた表現型の分離比も理

論値との間に有意な差は認められなかった。孵化と育成の際にも特定の交配組合せから得られた雛の群の成績が悪いという現象もみられなかった。また *Es-1 F·Es-2* (－) 型と *Es-1 S·Es-2* (＋) 型の血液を同量混合してもエステラーゼ活性帯 No. 7 が消失、あるいは活性の予想以上の低下がみられるということもなかった。勿論交配実験に用いた鶏の羽数も少なく、加えて交叉型の出現頻度も比較的に小さいこともあるが、*Es-1 F·Es-2* (＋) 型の不在の理由は全く不明である。交叉により FA の gamete が出来ても受精しないのか、発育しないのか、あるいは *Es-1 F* 型の鶏では *Es-2* 活性の不活性化があり、見掛け上は *Es-1 F·Es-2* (－) 型として分類されてしまうのか、などの点について検討することが必要であると考えている。

要 約

鶏血漿エステラーゼ変異を支配する2つの遺伝子座位、*Es-1* と *Es-2* の連鎖について検討した。その結果この2つの座位は同一の常染色体上に位置し、その距離は雄では 0.0358、雌では 0.0047 であった。出現することが予想される2つの交叉型の内の1つは検出することが出来なかった。

実施にあたり終始懇切な御指導と便宜をお計りいただいた名古屋大学農学部近藤恭司教授と富田武博士の両氏に感謝する。

引 用 文 献

- 1) 阿部恒夫：日畜会報，**37**，157，1966.
- 2) 近藤恭司：育種学最近のあゆみ，第6集，1965.
- 3) 富田 武：日畜会報，**39**，55，1968.
- 4) 木村正雄：日本家禽学会誌，**6**，68，1969.
- 5) 木村正雄：遺伝学雑誌，**44**，107，1969.
- 6) BUVANENDREN, V.: Brit. Poult Sci., **8**, 9, 1967.
- 7) LAW, G.R.J.: Science, **156**, 1106, 1967.
- 8) ZINKHAM, W.H., H. ISENSEE and J.H. RENWICK: Science, **164**, 185, 1969.
- 9) LUSH, I.E.: Nature, **189**, 981, 1961.
- 10) CSUKA, J. and E. PETROVSKY: Folia Biol. (Praha): **14**, 165, 1968.
- 11) GRUNDER, A.A.: Can. J. Genet. Cytol.: **10**, 961, 1968.
- 12) HOLLANDER, W.F.: Genetics, **23**, 24, 1938.
- 13) WARREN, D.C. and F.B. HUTT: Amer. Nat. **70**, 379, 1936.
- 14) DUNN, L.C. and D. BENNETT: Genet. Res. Camb., **9**, 211, 1967.

Linkage of Plasma Esterase Loci in the Chicken.

Masao KIMURA and Norio KAMEYAMA

Faculty of Agriculture, Gifu University, Kagamigahara-shi

By starch gel electrophoretic method, one of us examined previously the chicken plasma esterases and observed two genetically controlled variations of the esterases. The loci controlling those variations were designated as *Es-1* and *Es-2*. A close linkage relationship of those loci was suggested. This report is concerned with the linkage data involving loci *Es-1* and *Es-2*.

The chickens used in this study were Single Comb White Leghorns. Sires (*Es-1^S/Es-1^S·Es-2^A/Es-2^A*) were mated to dams (*Es-1^F/Es-1^F·Es-2^a/Es-2^a*). F₁ progeny thus obtained were crossed to chickens of genotype of *Es-1^F/Es-1^F·Es-2^a/Es-2^a*. The preparation of blood sample, electrophoretic procedure, and staining technique used in this study were identical to those described for the eserine resistant esterases (KIMURA, 1969).

The results showed that *Es-1* locus was closely linked to *Es-2* locus. The rate of crossing over showed a higher value in the male. Recombination frequencies of 0.0358 for the male and 0.0047 for the female were obtained. One of the two possible recombinant types was not detected. (Japan. Poultry Sci., **7**, 39, 1970)