

珍島犬의 血液像과 血液蛋白質型에 關한 研究

II. 珍島犬의 血液蛋白質型

金字權 · 韓邦根 · 金子淑*

全南大學校 獸醫科大學

全南家畜衛生試驗所 康津支所*

(1988. 7. 12 접수)

Studies on hematologic values and types of blood protein in Jindo dogs

II. Types of blood protein of Jindo dogs

Woo-kwon Kim, Bang-keun Han, Ja-suk Kim*

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University

Kangjin Branch, Chonnam Animal Health Laboratory*

(Received July 12, 1988)

Abstract: The phenotypes of hemoglobin, albumin and transferrin of 302 Jindo dogs in Jindo area were studied by starch gel electrophoresis for hemoglobin and albumin, and by polyacrylamide gradient gel electrophoresis for transferrin.

The results obtained were as follows:

1. In the hemoglobin phenotypes, three phenotypes, HbAA, HbAB and HbBB, which were controlled by two allelic genes, Hb^A and Hb^B, were observed and their frequencies of appearance were 1.65%, 10.60% and 87.75% respectively. The distribution of gene frequency was calculated as 0.0695 in Hb^A and 0.9305 in Hb^B.

2. In the albumin phenotypes, three phenotypes, Alb FF, Alb FS and Alb SS, which were controlled by two allelic genes, Alb^F and Alb^S were observed and their frequencies of appearance were 12.59%, 25.56% and 61.85% respectively. The distribution of gene frequency was calculated as 0.2537 in Alb^F and 0.7463 in Alb^S.

3. Analysis of transferrin phenotypes showed 6 different types which were controlled by three allelic genes, Tf^B, Tf^C and Tf^P, and their frequencies of appearance were 54.04% in TfBB, 17.54% in TfBC, 9.82% in TfBD, 8.07% in TfCC, 7.37% in TfCD and 3.16% in TfDD. The distribution of gene frequency was calculated as 0.6772 in Tf^B, 0.2053 in Tf^C and 0.1175 in Tf^P.

Key words: hemoglobin, albumin, transferrin, phenotype, allelic gene.

* 이 논문은 1986년도 문교부 자유과제 학술연구조성비에 의하여 수행되었음.

緒 論

家畜의 血液型에 대한 研究는 Ehrlich 및 Morgenoth¹를 비롯 많은 研究者에 의해서 各種 家畜 및 家禽에 대하여 多角의 進行되어 왔으며²⁻⁸ 最近에는 赤血球型 以外에도 血液蛋白質型과 酵素型(isozyme)에 대해서도 이미 많은 研究가 이루어져 種間의 類緣關係, 品種에 따른 特性 그리고 個體에 따른 遺傳因子의 差異가 있다는 事實 등이 發表되었다.⁸⁻¹²

개에 대한 血液蛋白質型에 대해서도 많은 調査研究가 있었으나¹³⁻¹⁷ 우리나라에서는 金¹⁸의 報告가 있었을 뿐이다.

珍島犬은 우리나라에서 天然記念物 제53호로 指定되어 保護育成되고 있는 名犬으로서 여러가지 特性을 지닌 우리나라 固有品種으로 遺傳的인 血液型의 究明이 切實히 要求되는 바 著者들은 血液型의 1部인 血液蛋白質型中 hemoglobin, albumin 및 transferrin型을 밝히기 위하여 珍島郡內에서 飼育되고 있는 개 302(黃色種 149, 白色種 153)頭를 對象으로 澱粉 gel 및 polyacrylamide gel 電氣泳動法에 의해서 檢討하였던 바 그 結果를 여기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

血液試料 : 1986年 12月~1987年 11月 사이에 全羅南道 珍島郡內에서 飼育되고 있는 珍島犬 302(黃色種 149, 白色種 153)頭에서 採血하였다. 採血時는 血液에 對하여 0.1% ethylenediaminetetraacetate(EDTA)를 混合하여 凝固制止處理를 하였으며 바로 遠心分離器로 血漿과 血球를 分離하여 血漿은 原液으로 그리고 血球는 hemoglobin溶液으로 만들어 4°C內에서 保管하면서 使用하였다.

實驗方法 : Hemoglobin型, albumin型 및 transferrin型의 分析方法은 다음과 같다.

Hemoglobin(Hb)型 : 金¹⁸의 方法으로 Hb溶液을 만들어 水平式 澱粉 gel 電氣泳動法에 의해서 實施하였다. 緩衝液은 Tanabe 등¹⁶이 使用한 것과 같이 electrode buffer는 tris(hydroxy methyl) aminomethane(tris) 30.2g, EDTA 3.0g 및 boric acid 2.3g을 再蒸溜水로 溶解하여 1,000ml로 한 pH 8.6의 緩衝液을 使用하였으며 gel buffer는 electrode buffer : 再蒸溜水=23ml : 77ml로 한 緩衝液으로 12%濃度의 澱粉 gel를 6mm 두께로 만들었다. 使用된 澱粉은 加水分解된 澱粉(Connaught Laboratory Limited Willowdale, Ontario, Canada)으로 試料는 6mm×6mm의 濾紙片(Toyo filter paper No. 2)에 浸透시켜서 gel內에 插入하여 室溫에

서 定電壓(20v/1cm×0.6cm)으로 4時間 泳動시켰다. 染色은 다음 脫色液에 amido black 10B를 飽和시켜 約 10分間 實施하고 脫色은 methanol : water : acetic acid =5 : 5 : 1(容積比)의 混合液으로 12~20時間 實施하였다.

Albumin(Alb)型 : Hb型과 마찬가지로 水平式 澱粉 gel 電氣泳動法에 의해서 實施하였다. Day 등¹⁵이 實施한 바와 같이 electrode buffer는 tris 0.057M, citric acid 0.051M를 再蒸溜水로 溶解하여 1,000ml로 한 pH 3.9의 緩衝液을 使用하였으며 gel buffer는 tris 0.05M, citric acid 0.02M를 溶解시킨 pH 4.2의 液으로 12%濃度의 澱粉 gel를 22×14×0.6cm의 크기로 만들어 Day 등¹⁵이 實施하였던 바와 같이 하루밤을 冷藏庫內에 保管한 후 使用하였다. 試料는 再蒸溜水로 5倍로 희석한 新鮮한 血漿을 6mm×6mm의 濾紙片에 浸透시켜서 gel內에 插入하여 室溫에서 처음은 200volt로 하였다가 15分後에 插入된 濾紙를 除去하고 約 1時間 300volt로 泳動시켰으며 其後 約 5時間동안 250volt로 泳動시켰다. 染色과 脫色은 Hb型 때와 같이 하였다.

Transferrin(Tf)型 : Gahne 등²⁰이 實施한 水平式 polyacrylamide gradient gel 電氣泳動法에 의해서 實施하였다. Gel의 크기는 14×18×0.2cm이었으며 14%층이 7cm, 12%층이 7cm, 4%층이 3cm, 8%층이 1cm가 되게 하였다. Electrode buffer는 tris 0.065M 溶液을 5% borate液으로 pH 9.0으로 調整하여 使用하였으며, gel buffer는 다음과 같은 A, B, C液을 混合하여 使用하였다.

(A) Acrylamide stock solution

Acrylamide	32g	} 여과하여 사용함.
N,N'-methylene bisacrylamide	0.8g	
Distilled water	to 100ml	

(B) Gel buffer stock solution

1.5M tris	50ml+distilled water	45ml
TEMED		300μl
2-mercaptoethanol		150μl
10% H ₂ SO ₄ 액으로 pH 9.2로 조정하여 증류수로 100 ml로 하여 사용함.		

(C) 0.2% ammonium persulphate solution

(D) A, B, C액 혼합비율표(gel을 만들기 직전에 혼합하여 사용)

Acryl농도 (%)	A액 (ml)	B액 (ml)	C액 (ml)	증류수 (ml)	총량 (ml)
4	1.5	3.0	3.0	4.5	12
8	1.5	1.5	1.5	1.5	6
12	11.2	7.5	7.5	3.8	30
14	13.1	7.5	7.5	1.9	30

Acrylamide gradient gel을 만들 때는 먼저 14% gel液을 부어 넣었으며 그 위에 isobutanol 1ml를 넣어서 14%층이 굳어진 후에 12% gel液을 넣었고 역시 12%층이 굳어지면 4% gel液을 넣었으며 최후에 8% gel液을 넣어서 굳은 후에 泳動을 實施하였다. 泳動時에는 陰極쪽의 緩衝液에 1~2滴의 1% bromphenol blue液을 加하고 試料는 濾紙 2枚를 겹쳐서 血漿原液을 浸透시켜서 gel의 4%층(陰極으로부터 3cm距離部位)에 挿入하여 定電流(3.2mA/1cm×0.2cm)로 20~24時間(albumin이 14%층에 泳動이 될 때까지) 泳動을 實施하였다. 染色時에는 먼저 約 30分間 12.5% trichloroacetic acid液에 浸漬하여 蛋白質을 固定한 후에 0.2% coomassie blue R 250液(methanol 4, glacial acid 1, coomassie blue R 250 0.04, 증류수 15)을 使用하여 60°C에서 한시간동안 染色하였으며 methanol : glacial acid : H₂O=4 : 1 : 15로 構成된 脫色液으로 하루밤 以上 脫色하였다.

結 果

Hemoglobin型: 302頭の 珍島犬을 對象으로 hemoglobin型을 檢討하기 위하여 hemoglobin溶液을 澱粉 gel 電氣泳動法으로 電氣泳動을 實施하였던 바 Fig 1에서 보는 바와 같이 泳動帶의 移動度가 빠른 것과 느린 것 그리고 두개의 泳動帶를 갖는 것으로 3區分할 수 있었다. Hemoglobin phenotype를 泳動帶의 移動度가 빠른 것을 HbAA型, 느린 것을 HbBB型 그리고 두개의 泳動帶를 갖는 것을 HbAB型으로 하였을 때 各型의 出現頻度는 Table 1에 表示된 바와 같이 HbAA型은 1.65%이었고 HbAB型은 10.60%이었으며 HbBB型은 87.75%로 大部分을 차지하였다. 한편 hemoglobin phenotype와 그 出現頻도에 의해서 hemoglobin型 支配

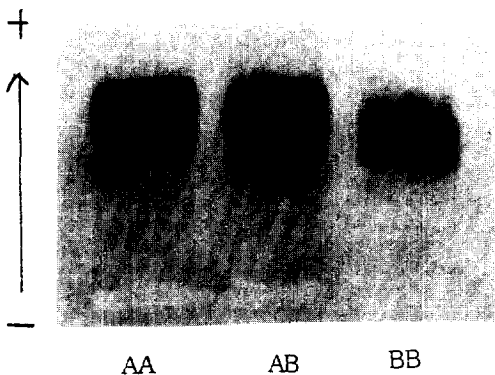


Fig 1. Hemoglobin phenotypes in Jindo dogs by starch gel electrophoresis.

Table 1. Hemoglobin phenotypes observed in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Phenotypes		
		AA	AB	BB
Yellow	149	3(2.01)	21(14.10)	125(83.89)
White	153	2(1.31)	11(7.19)	140(91.50)
Total	302	5(1.65)	32(10.60)	265(87.75)

Figures in parentheses represent percentage.

Table 2. Frequencies of gene for hemoglobin types in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Frequency of gene	
		Hb ^A	Hb ^B
Yellow	149	0.0906	0.9094
White	153	0.0490	0.9510
Total	302	0.0695	0.9305

遺傳子 및 그 出現頻度を 보면 hemoglobin型 支配遺傳子는 Hb^A와 Hb^B의 2種의 遺傳子가 存在함을 알 수 있었으며 그 遺傳子の 出現頻度は Table 2에서 보는 바와 같이 Hb^B가 0.9305나 되었으며 Hb^A는 0.0695에 不過하였다.

Albumin型: 珍島犬 270頭の 血漿을 澱粉 gel 電氣泳動法에 의해서 泳動을 實施하여 albumin phenotype

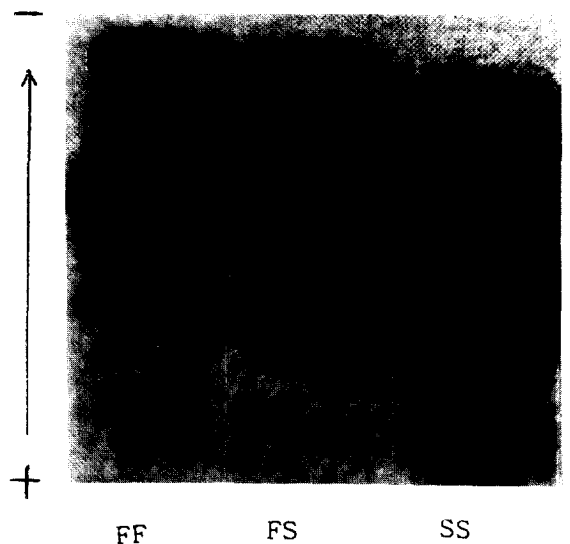


Fig 2. Albumin phenotypes in Jindo dogs by starch gel electrophoresis.

를 檢討하였던 바 Fig 2에서 보는 바와 같이 泳動帶의 移動도가 빠른 것과 느린 것 그리고 두개의 泳動帶를 갖는 것으로 3區分할 수 있었다. Albumin phenotype를 泳動帶의 移動도가 빠른 것을 AlbFF型, 느린 것을

Table 3. Albumin phenotypes observed in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Phenotypes		
		FF	FS	SS
Yellow	124	17(13.71)	25(20.16)	82(66.13)
White	146	17(11.64)	44(30.14)	84(58.22)
Total	270	34(12.59)	69(25.56)	167(61.85)

Figures in parentheses represent percentage.

Table 4. Frequencies of gene for albumin types in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Frequency of gene	
		Alb ^F	Alb ^S
Yellow	124	0.2379	0.7621
White	146	0.2671	0.7329
Total	270	0.2537	0.7463

AlbSS型 그리고 두개의 泳動帶를 갖는 것을 AlbFS型으로 하였을 때 各型의 出現頻도는 Table 3에 表示된 바와 같이 AlbFF型은 12.59%이었고 AlbFS型은 25.56%이었으며 AlbSS型은 61.85%이었다. 한편 albumin phenotype와 그 出現頻도에 의해서 albumin型 支配遺傳子 및 그 出現頻도를 보면 albumin型 支配遺傳子は Alb^F와 Alb^S가 存在함을 알 수 있으며 그 出現頻도는 Table 4에서 보는 바와 같이 Alb^F는 0.2537이었으며 Alb^S는 0.7463이었다.

Transferrin型 : 珍島犬 285頭의 血漿을 polyacrylamide gradient gel 電氣泳動法에 의해서 泳動을 實施하여 transferrin phenotype를 檢討하였던 바 Fig 3, 4에서 보는 바와 같이 TfBB型, TfBC型, TfBD型, TfCC型, TfCD型 및 TfDD型의 6型으로 나타났으며 各型의 出現頻도는 Table 5에 표시된 바와 같이 TfBB型이 54.04%, TfBC型이 17.54%, TfBD型이 9.82%, TfCC型이 8.07%, TfCD型이 7.37%, TfDD型이 3.16%이었다. 이들 transferrin phenotype와 그 出現頻도에 의해서 transferrin phenotype支配遺傳子は Tf^B와 Tf^C 그리고 Tf^D의 3種으로 분 수 있었으며 그 出現頻도는 Table 6에 나타난 바와 같이 Tf^B가 0.6772로 가장 높았고 Tf^C가 0.2053이었으며 Tf^D는 0.1175로 가장 낮았다.

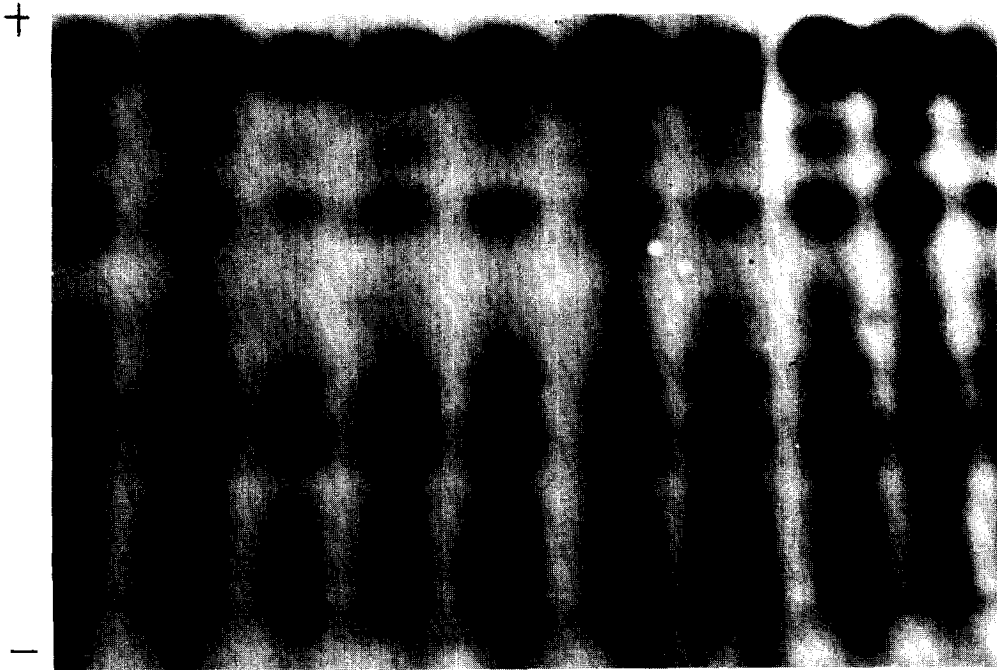


Fig 3. Transferrin phenotypes in Jindo dogs by polyacrylamide gradient gel electrophoresis.

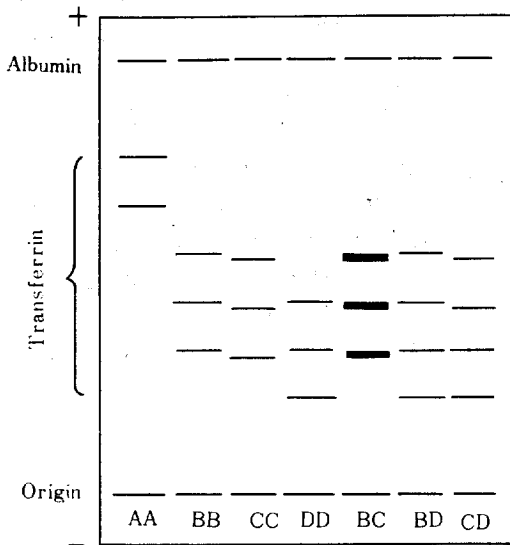


Fig 4. Schematic diagram of transferrin phenotypes in Jindo dogs by polyacrylamide gradient gel electrophoresis.

考 察

Hemoglobin型: 珍島犬의 hemoglobin phenotype는 Table 1에 나타난 바와 같이 HbAA型, HbAB型 및 HbBB型의 3型으로 나타났으며 이들 型을 支配하는 遺傳子는 Table 2에 나타난 바와 같이 Hb^A 및 Hb^B의 2種이 있음을 알 수 있다.

金¹⁸은 agar를 사용한 電氣泳動法으로 개의 hemoglobin型을 檢討하였던 바 陽極에서 陰極쪽으로 泳動되었으며 hemoglobin型은 Hb^A 및 Hb^B의 支配遺傳子에 의해서 HbAA, HbAB 및 HbBB型의 3型으로 區分되었다고 하였다. 또 Tanabe 등¹⁶, 田名部(在來家畜研究會報告) 등¹⁷에서도 개의 hemoglobin型을 澱粉 gel 電氣泳動法에 의해서 調査한 結果에 의하면 日本犬中 Hokkaido犬, Akita犬, Kai犬, Kishu犬, Shiba犬 등에는 hemoglobin phenotype가 A, AB, B型의 3型이 있

Table 6. Frequencies of gene for transferrin types in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Frequency of gene			
		Tf ^A	Tf ^B	Tf ^C	Tf ^D
Yellow	143	0	0.6958	0.1783	0.1256
White	142	0	0.6584	0.2324	0.1092
Total	285	0	0.6772	0.2053	0.1175

다고 하였다. 著者들은 Tanabe 등¹⁶의 方法에 의해서 電氣泳動 및 珍島犬의 hemoglobin型을 分類하였던 바 金¹⁸의 HbAA型은 HbBB型, HbBB型은 HbAA型으로 생각되었으며 Table 1 및 2에서 보는 바와 같이 hemoglobin의 支配遺傳子는 Hb^B 遺傳子가 主이었으나 Hb^A 遺傳子도 있었으며 그 出現頻度 등은 金¹⁸의 報告와 거의 一致하였다.

Albumin型: 珍島犬의 albumin phenotype는 Table 3에 나타난 바와 같이 AlbFF型, AlbFS型 및 AlbSS型의 3型으로 區分되었으며 이들 型을 支配하는 遺傳子는 Table 4에 나타난 바와 같이 Alb^F 및 Alb^S의 2種이 있음을 알 수 있었다.

金¹⁸은 agar를 사용한 電氣泳動法으로 개의 albumin型을 檢討하여 Alb^A 및 Alb^B의 支配遺傳子에 의해서 AlbAA, AlbAB 및 AlbBB型의 3型으로 區分하였으며 Day 등¹⁵, 田名部 등¹⁷은 澱粉 gel 電氣泳動法으로 albumin phenotype를 F, FS, S의 3型으로 區分하였다. 田名部¹⁷에 의하면 日本犬은 一般적으로 Alb^S의 頻도가 0.82나 되었으며 Hokkaido-ken만이 Alb^F의 頻도가 0.65로 Alb^S의 頻도보다 높았다 한다. 著者들이 檢査한 珍島犬에서도 Table 4에서 보는 바와 같이 Alb^S가 0.7463으로 Alb^F보다 높았다.

Transferrin型: 珍島犬의 transferrin phenotype는 Table 5에 나타난 바와 같이 TfBB型, TfBC型, TfBD型, TfCC型, TfCD型 및 TfDD型의 6型으로 區分되었으며 이들 型을 支配하는 遺傳子는 Table 6에 나타난

Table 5. Transferrin phenotypes observed in Jindo dog

Coat colour	No of dogs	Phenotypes						
		AA	BB	BC	BD	CC	CD	DD
Yellow	143	0	83(58.04)	21(14.69)	12 (8.39)	9(6.29)	12(8.39)	6(4.20)
White	142	0	71(50.00)	29(20.42)	16(11.27)	14(9.86)	9(6.34)	3(2.11)
Total	285	0	154(54.04)	50(17.54)	28 (9.82)	23(8.07)	21(7.37)	9(3.16)

Figures in parentheses represent percentage.

바와 같이 Tf^B, Tf^C 및 Tf^D의 3種이 있음을 알 수 있었다.

Braend¹³는 개의 transferrin phenotype를 3型으로分類하였으며 Stevens 및 Townsley¹⁴는 A, AB, AC, B, BC, C의 6型으로泳動帶의數와移動도에 의해서分類하였고 金¹⁸은 AA, AB, BB, AC, BC 및 CC의 6型으로分類하였다. 그리고 Stevens 및 Townsley¹⁴, 金¹⁸ 등은 이들 型을支配하는遺傳子는 Tf^A, Tf^B 및 Tf^C의 3種이라 하였으며 田名部¹⁷는 Tf^A, Tf^B 및 Tf^C에 의해서支配되는泳動帶보다移動도가 낮은泳動帶를支配하는 Tf^D 및 Tf^E가 있다고 하였다. 지금까지 transferrin phenotype의分類에 대하여는 Stevens 및 Townsley¹⁴, 金¹⁸, 田名部¹⁷ 등이 모두 달라서各기 다른形式으로表現되어 있으며統一되어 있지 않다. 따라서著者들은珍島犬의 transferrin型을調査하기 위하여水平式 polyacrylamide gradient gel 電氣泳動法을實施하였으며 그泳動像을 田名部(在來家畜研究會報告)¹⁷에 따른方式으로分類하여檢討한結果를 Table 5 및 6에表示하였다. 本研究結果分類時 TfAA型으로認定될 수 있을程度로 albumin의泳動帶에接近된 빠른泳動帶를發見하지 못하였으므로 그중 빠른泳動帶를 TfBB型으로부터始作하여分類하였던 바 transferrin phenotype의出現頻도에 있어서日本在來家畜研究會報告¹⁷에서 보는바와 같이 TfBB 및 TfBC型이 높았으나 Tf^A 및 Tf^B의遺傳子는發見되지 않았다. 개의 transferrin phenotype의分類는 transferrin phenotype의泳動像이多樣하고複雜하므로 앞으로 좀더研究統一되어야 한다고 생각된다. 本研究結果는日本在來家畜研究會報告¹⁷에서分類한型과同定되어 있지 않았음을 밝혀둔다.

結 論

珍島郡內에서飼育되고 있는珍島犬 302(黃色種 149, 白色種 153)頭를對象으로하여 hemoglobin과 albumin은澱粉 gel 電氣泳動法으로 그리고 transferrin은 polyacrylamide gradient gel 電氣泳動法으로 그 phenotype 및遺傳子의出現頻度を檢討하여 다음과 같은結果를 얻었다.

1. Hemoglobin phenotype는 HbAA型, HbAB型 그리고 HbBB型의 3型으로 나타났으며 이들의出現頻도는 HbAA型이 1.65%, HbAB型이 10.60% 그리고 HbBB型이 87.75%이었다. Hemoglobin 支配遺傳子는 Hb^A와 Hb^B의 2種으로 그出現頻도는 Hb^A가 0.0695이었고 Hb^B가 0.9305이었다.

2. Albumin phenotype는 AlbFF型, AlbFS型 그리고

AlbSS型의 3型으로 나타났으며 이들의出現頻도는 AlbFF型이 12.59%, AlbFS型이 25.56% 그리고 AlbSS型이 61.85%이었다. Albumin 支配遺傳子는 Alb^F와 Alb^S의 2種으로 그出現頻도는 Alb^F가 0.2537이었고 Alb^S가 0.7463이었다.

3. Transferrin phenotype는 TfBB型, TfBC型, TfBD型, TfCC型, TfCD型 그리고 TfDD型의 6型으로 나타났으며 그出現頻도는各各 54.04, 17.54, 9.82, 8.07, 7.37 그리고 3.16%이었고, transferrin 支配遺傳子는 Tf^B, Tf^C 그리고 Tf^D의 3種으로 그出現頻도는 Tf^B가 0.6772, Tf^C가 0.2053 그리고 Tf^D가 0.1175이었다.

參 考 文 獻

1. Ehrlich P, Morgenoth T. Aus dem institut für experimentelle therapie in Frankfurt a. m. ueber haemolysine. *Berliner Klinische Wochenschrift* 1900; 37:453~458.
2. Zwetkow B. Die Blutgruppen des hundes. *Ukrain Zbl Blutgruppenforschung* 1927; 1:46.
3. 井關尚榮, 寺島季. 免疫凝集素によつて證明される犬の血液型 D₁, D₂に就て. *東京醫事新誌* 1940; 3192:1373~1374.
4. Young LE, Obrien WA, Swisher SN, et al. Blood groups in dogs. *Am J Vet Res* 1952; 13: 207~213.
5. 日本在來家畜調査團. 日本在來家畜調査團報告 1967; 2:32~90.
6. 金宇權. 犬의血液型에關한研究: 1. 異種免疫血球凝集反應에 의한韓國在來種의血液型의分類. *農漁村開發研究* 1970; 5:123~128.
7. 李載洪. 韓牛의血液型에關한研究: 1. Z'抗原의出現頻도에關하여. *農漁村開發研究* 1970; 5:169~179.
8. 佐佐木清綱監修. 家畜の血液型とその應用. 東京: 養賢堂, 1971.
9. Namikawa T. Genetic similarities among seven cattle populations of Eastern Asia and Holstein breed. *Sabrao Newsletter* 1972; 4:17~25.
10. 李載洪, 金宇權. 山羊의血清 transferrin型에關한研究. *農漁村開發研究* 1975; 10:219~225.
11. 金宇權, 李載洪, 金五南, 林貞澤, 韓邦根. 反芻動物のhemoglobin型에關한研究. *農漁村開發研究* 1977; 12:33~39.
12. 金宇權, 李載洪, 林貞澤 등. 乳牛의血液蛋白質型에關한研究. *全南大學校論文集* 1979; 25:355

~370.

13. Braend M. Serum transferrin of dogs, in *Proceedings*. 10th Europ conf Animal Blood Groups biochem Polymorphisms 1966; 319~322.
14. Stevens RWC, Townsley ME. Canine serum transferrin. *J Heredity* 1970; 61:71~73.
15. Day ME, Kraay GJ, Stevens, RWC. Polymorphism of canine serum albumin. *Anim Blood Grps biochem Genet* 1971; 2:195~199.
16. Tanabe Y, Omi T, Ota K. Genetic variants of hemoglobin in canine erythrocytes. *Anim Blood Grps biochem Genet* 1978; 9:79~83.
17. 田名部雄一. 犬における血液蛋白質の遺傳的變異. 在來家畜研究會報告 1980; 9:169~223.
18. 金字權. 개의 hemoglobin, albumin 및 transferrin의 型에 關한 研究. 大韓獸醫學會誌 1974; 14:191~200.
19. 金字權. 濾紙 및 寒天電氣泳動法에 依한 韓牛의 hemoglobin phenotype에 對한 研究. 農漁村開發研究 1973; 7:35~42.
20. Gahne B, Juneja RK, Grolmus J. Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, post-transferrin, albumin and post-albumin in the blood plasma of cattle. *Anim Blood Grps biochem Genet* 1977; 8:127~137.