

電氣泳動法을 利用한 濟州在來馬乳 蛋白質의 特性研究

高彰完·李賢鍾·朴喜錫

Studies on Electrophoretic Characteristics of Proteins in Cheju Native Mare's Milk

Chang-Wan Ko, Hyun-Jong Lee and Hi-Seok Park

Summary

This study was carried out to determine the physico-chemical properties of milk protein of Cheju native mare milk using polyacrylamide gel and sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis and to obtain fundamental information for the preservation of Cheju native horse.

The results obtained are summarized as follows;

1. Whey protein of Cheju native mare's milk were separated on polyacrylamide gel electrophoresis into immunoglobulin, serum albumin, α -lactalbumin, β -lactoglobulin, whey₁ protein.
 - 1) The whey₁ protein showed four variable bands which were considered to be different types (A, B, C and D).
 - 2) Seven whey₁ phenotypes (AA, BB, AB, AC, BD, BC and CD) were observed. The distribution of AA, AB and BB was 13.4%, 40% and 13.4%, respectively, and that of the other individual phenotypes was less than 10%.
2. Casein of Cheju native mare's milk was separated into three major components α _s-, β - and κ -casein on polyacrylamide gel electrophoresis.
 - 1) α _s-casein zone was found in a short distance with 4-7 zones.
 - 2) The ratio of α _s-casein to β -casein was 1:1.3 and similar to that reported on thoroughbred mare milk (1:1.6) but higher than that β -casein found in Holstein cow's milk (1:0.6).
 - 3) κ -casein was found the form of a polymer held together by intermolecular disulfide bond.
3. Whey protein of Cheju native mare's milk were separated on sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis into 7 bands. The molecular weights of correspond to approximately 66,500, 66,000, 65,000, 59,500, 19,500, 16,500, 12,000 daltons, respectively.

序 論

말(*Eguus caballus*)은 약 6000 萬年前第三期始新世 初期에 北아메리카에서 發生하여 B.C 3000 ~ 2400 年 經인 靑銅期時代 黑海의 北部沿岸地帶에서 家畜化된 것으로 알려져 있다(李, 1984).

韓國在來馬는 Tarpan 系인 小型馬가 基礎를 이루고 蒙古系의 中型馬가 北方으로부터 導入 交雜되어 이루어진 것으로 推定하고 있고 그후 계속적으로 蒙古馬 등 北方系馬와 Arab 系의 西域馬가 導入되면서 交雜化 過程을 거치는 동안 韓國의 風土에 適應한 高유의 品種으로 成立되었다고 보고 있다(姜 1969).

濟州道는 古來로부터 한국 唯一의 馬生産地로 利用되었는데 濟州在來馬는 본래 棲息하고 있던 것을 家畜化시킨 것이 아니고 大陸으로부터 流入된 馬가 장기간 濟州道의 지역 여건에 적응하여 純度 높은 家畜으로 定着되었다고 推定하고 있다(鄭 등, 1985).

우리나라 말(馬)의 飼育頭數 變遷은 제 2차 세계 대전 때인 1944 年 일제의 병참기치 정책으로 83,000 余頭까지 軍事用, 農耕用 및 화물의 운반수단 등으로 많이 飼育되었으나 6.25 사변 등의 혼란 및 그 후 농업의 기계화로 말의 경제적 가치가 하락되어 1960 ~ 1967 年 사이에 20,000 余頭로 감소하였고, 1985 年에 와서는 3,000 余頭만이 飼育되고 있는 實情이며 品種別로는 改良種이 1,371 頭, 在來種이 1,563 頭이다(農林水産 統計年報, 1986; 畜協調查季報, 1986). 現在(1985 年) 在來馬 1,563 頭中 1,398 頭(89%)가 濟州道에서 飼育되고 있으나 改良種과의 交雜으로 純度 높은 濟州在來馬는 점차 감소되고 있는 실정이다. 그러나 文化公報部에서는 在來家畜의 保存과 家畜文化財로서의 純度 높은 濟州在來馬 保存을 위해 외도심사 및 血統分析(鄭 등, 1985)을 통하여 濟州在來馬 64 頭(♀ 55 頭, ♂ 9 頭)를 순수 濟州在來馬로 선정 天然記念物 第 347 號로 指定(1986.2.11)하여 濟州道 畜産開發事業所에서 保存 繁殖시키고 있다(文化公報現況, 濟州道, 1986).

따라서 本 研究은 現在까지 거의 研究되어 있지 않은 濟州在來馬 乳成分의 理化學的 諸性狀中 蛋白

質을 대상으로 PAGE(polyacrylamide gel electrophoresis 및 SDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate - PAGE))를 利用하여 改良馬인 Thoroughbred 種과 比較 究明하여 濟州在來馬 品種保存에 基礎資料를 提供 코져 實施하였다.

材料 및 方法

1. 實驗材料

供試材料; 濟州在來馬 15 頭(天然記念物 第 347 號) 改良馬(Thoroughbred 種), 乳牛 2 頭(Holstein) 計 19 頭를 擇하였고, 個體別 手搾乳하여 試料로 利用하였다.

2. 酸 Casein 의 調製

試料를 3,000 rpm에서 20 分間 遠心分離하여 얻어진 脫脂乳에 0.5 N HCl 을 添加하여 PH 4.6에서 沈澱시키고 上澄液을 제거한 후 알코올, 아세톤, 에틸 順으로 處理하여 試料로 利用하였다.

3. 乳清蛋白質의 調製

脫脂乳에 0.5 N HCl 을 添加하여 PH 4.6에서 casein 을 沈澱시키고 上澄液을 2,000 rpm에서 20 分間 遠心分離시킨 후 여과하여 그 여액을 試料로 利用하였다.

4. Casein 및 乳清蛋白質의 PAGE 調査

casein의 PAGE는 Thompson et al (1964)의 方法에 따라 4 M의 urea 을 含有한 8%(w/v) acrylamide gel 에서 分離하였고, 乳清蛋白質의 PAGE는 Kiddy and Rollins (1973)의 方法에 따라 7%(w/v) acrylamide gel 에서 分離하였다.

泳動은 $4 \pm 2^\circ\text{C}$, 200 V, 30 mA 正電壓하에서 약 3시간 展開시켰으며 泳動이 끝난 gel은 1% Amido Black 용액(3.0 g amido black, 50 ml acetic acid, 250 ml methanol)에서 30 分間 染色시켰고, 脫色은 7% acetic acid 용액에서 分離帶가 선명히 보일 때까지 실시했다.

5. 乳清蛋白質의 SDS-PAGE 調査

Denaturing 電氣泳動에 의한 乳清蛋白質의 관찰은 Laemmli (1970)의 方法에 따라 실시했다.

6. Densitometry 에 의한 電氣泳動 樣相 調査

各各의 電氣泳動 gel은 densitometer scanner (Hel-

ena, Quick Scan, Model No.1020, U.S.A.)를 使用하여 흡수 스펙트럼을 調査하였으며 分析條件은 slit: 0.2 × 2mm, wavelength; 590 mμ, chart speed; 1.6cm/sec, scan speed; 2.5 cm/sec 로 하였다.

7. κ-casein의 分離 및 精製

κ-casein의 分離 및 精製는 Zittle and Cluster (1963)의 方法에 따라 全 casein 으로부터 粗 κ-casein 을 分離하고 ethanol 로 5 회 반복하여 精製했다.

結果 및 考察

1. 乳清蛋白質의 PAGE 調査

濟州在來馬 乳清蛋白質의 構成成分 및 電氣泳動樣相을 究明하기 위하여 PH 8.9의 7% acrylamide gel에서 電氣泳動을 實施하여 이를 牛乳(Holstein) 및 改良馬乳(Thoroughbred 種)의 乳清蛋白質과 比較한 結果를 Fig. 1에 나타내었다.

馬乳 乳清蛋白質은 電氣泳動法에 의해 移動度 順

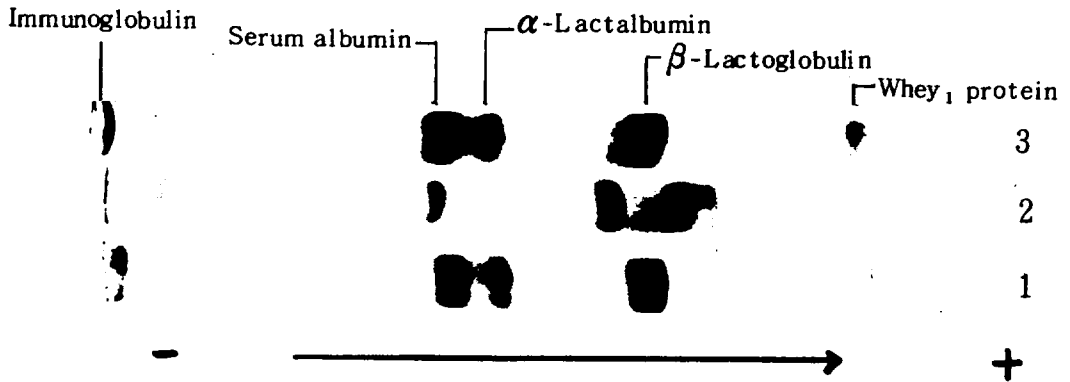


Fig.1. Polyacrylamide gel electrophoretic patterns comparison among Cheju native mare, Holstein cow and Thoroughbred mare whey. Lanes: 1; Cheju native mare, 2; Holstein cow, 3; Thoroughbred mare.

으로 β-Lg, α-La, SA, Ig로 分離되며(Kudryashov and Krybova, 1966) 그 외에 牛乳에는 存在하지 않고 β-Lg 보다 移動度가 빠른 whey₁ protein成分이 확인되었다(Kingsbury and Gaunt, 1977).

Fig.1에 나타난 바와 같이 濟州在來馬 乳清蛋白質을 構成하는 主成分은 β-Lg, α-La, SA, Ig whey₁ protein임이 확인되었다. 이와같은 結果는 Kudryashov and Krybova (1966)가 馬乳 乳清蛋白質에서 α-La, β-Lg, SA, Ig로 構成되어 있다는 보고와 Kingsbury and Gaunt (1977)가 馬乳에는 牛乳에 存在하지 않는 whey₁ protein이 존재한다는 報告와 일치하였다. 그러나 移動度에 있어서 Chiofalo at al (1983)은 urea 을 처리한 α-La 이 β-Lg 보다 移動度가 빠르다고 한 반면 Kingsbury and Gaunt (1977)의 報告와 本 研究 結果는 β-Lg 이 α-La

보다 移動度가 빠르게 나타나서 차이를 보였는데 이는 Morr (1967) 및 Melachouris and Tuckey (1966)가 報告한 試料 및 gel에 urea 을 처리하면 disulfide 基 分子內 轉換反應에 따라서 移動度가 달라진다는 것과 연관성이 있는 것으로 생각된다.

또한 Fig.1에서 濟州在來馬 乳清蛋白質(1)은 牛乳 乳清蛋白質(2)에 비해서 電氣泳動上 β-Lg 및 α-La의 移動度가 느린데 이와같은 結果는 Chiofalo at al (1983)가 牛乳와 馬乳의 乳清蛋白質은 移動度가 다르다는 報告와 本 實驗의 改良馬 乳清蛋白質(3)의 結果와 일치하였다. 그리고 各 乳清蛋白質을 구성하는 成分의 含量比에 있어서 차이가 있었으며 또한 濟州在來馬에는 存在하는 whey₁ protein이 牛乳에서는 나타나지 않음을 알 수 있었다.

濟州在來馬(1)와 改良馬(3) 사이에 α-La, β-

Ig, SA, Ig는 電氣泳動上 移動度の 차이는 없었으나 whey₁ protein의 band 數는 改良馬에서는 1개, 濟州在來馬는 2개가 나타나 차이를 보였다. 따라서 濟州在來馬와 改良馬간에 whey₁ protein의 差異를 더 明確히 究明하기 위해 濟州在來馬 乳清蛋白質을 個體別로 電氣泳動을 실시, 그 結果를 Fig.2에 나타내었다.

Fig.2에서 whey₁ protein은 A, B, C, D 4가지 형태의 band가 存在하고 있어 Kingsbury and Gaunt (1977)가 보고한 改良馬 whey₁ protein은 4가지 형태의 band 즉 A, B, C, D가 存在한다는 보고와 本 研究 結果와 일치하였고 各 表現型에 있어서는 AA, AB, BB, BD, CD, AC, BC型 모두 7개가 出現됨을 알 수 있었다.

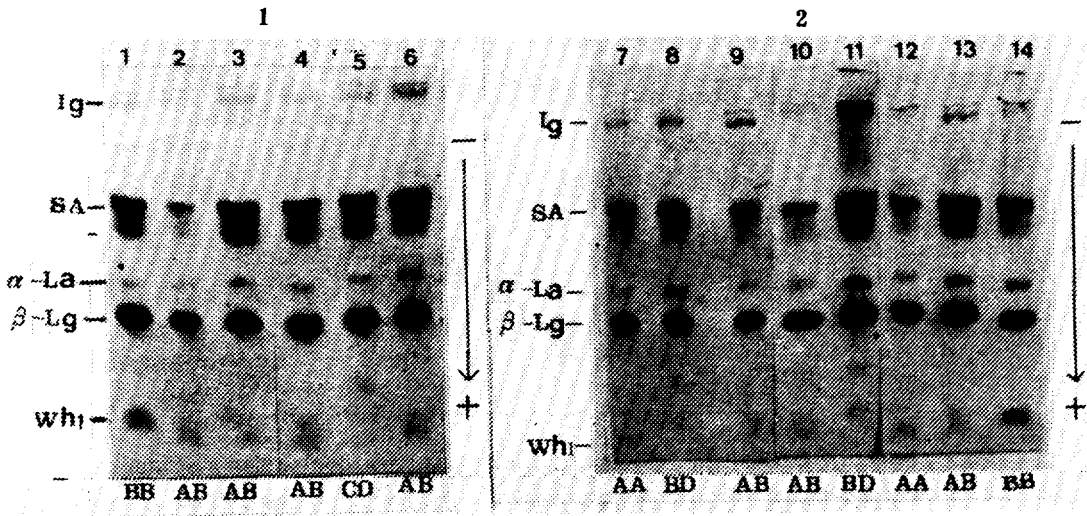


Fig.2. Polyacrylamide gel electrophoretic patterns of whey proteins from individuals Cheju native mare. Ig; Immunoglobulin, SA; serum albumin, α -La; α -Lactalbumin, β -Lg; β -Lactoglobulin, Wh₁; whey₁ protein.

다음 Fig.3은 사진에 나타난 whey₁ protein의 表現型을 模式圖로 나타냈는데 移動度 順에 따라 A, B, C, D 4가지 형태의 band가 2개의 homo型 band, 5개의 hetero型 band로 모두 7개의 表現型이 나타남을 재확인 할 수 있었다.

Table 1은 表現型別 出現分布를 調査한 結果, 供試 濟州在來馬 15頭中 AB型이 6頭(40%)로 가장 많았고 AA, BB型은 각각 2頭(13.4%), 그밖의 表現型은 各各 1頭(6.7%)였다. 그러나 homo型인 CC, DD 및 hetero型인 AD型은 나타나지 않

았는데 앞으로 나머지 天然記念物로 指定된 濟州在來馬 40頭를 전부 調査한 후에야 순수 濟州在來馬 乳清蛋白質中 whey₁ protein의 變異體에 關係 종합적인 結論을 내릴 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2는 濟州在來馬 whey₁ protein band의 出現樣相을 他品種의 實驗結果 (Chiofalo et al, 1983)와 比較한 것이다.

改良種인 Anglo-Arab種과 Trotter種에 있어서 1 band 즉 homo型과 2 band 즉 hetero型的 比는 各各 20:14, 10:0로서 濟州在來馬의 4:11에 비해

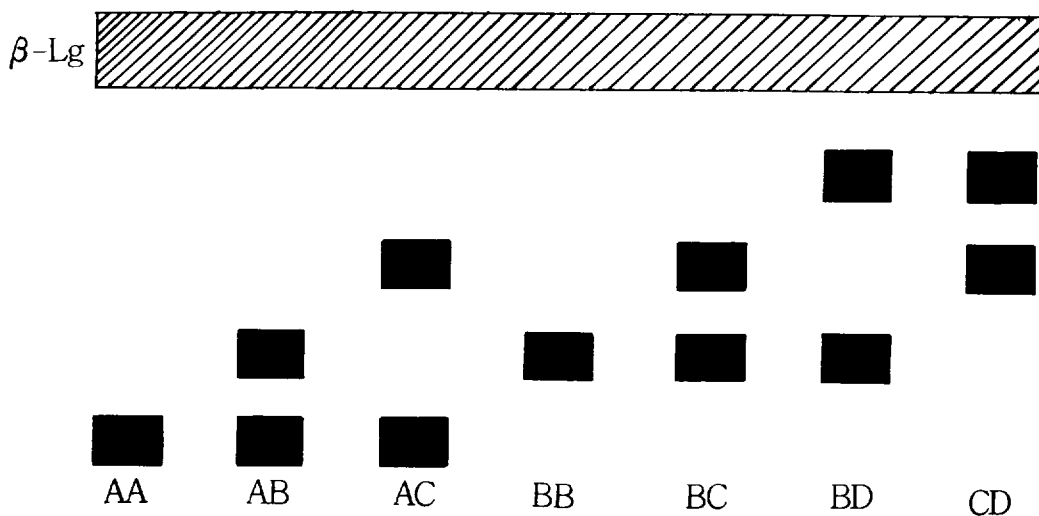


Fig.3. Schematic diagrams of whey₁ protein types in Cheju native mare

Table 1. Phenotypic distribution of whey₁ protein polymorphism in Cheju native mares.

breed	No. of animals	Whey ₁ phenotypes									
		AA	BB	CC	DD	AB	AC	AD	BC	BD	CD
Cheju native mare	15	2	2	-	-	6	1	-	1	2	1

Table 2. Observed distribution of the utilized subjects and presence of one or two bands in the whey protein

breed	No. of animals	1 band (homo)	2 bands (hetero)
Anglo-Arab	34	20	14
Totter	10	10	-
Cheju native mare	15	4	11

Table 3. Percent of whey protein bands calculated on densitometric reading

breed	Whey bands				
	Wh ₁	β-Lg	α-La	SA	Ig
Cheju native mare	4	42	12	32	10
Thoroughbred mare	5	37	13	33	12

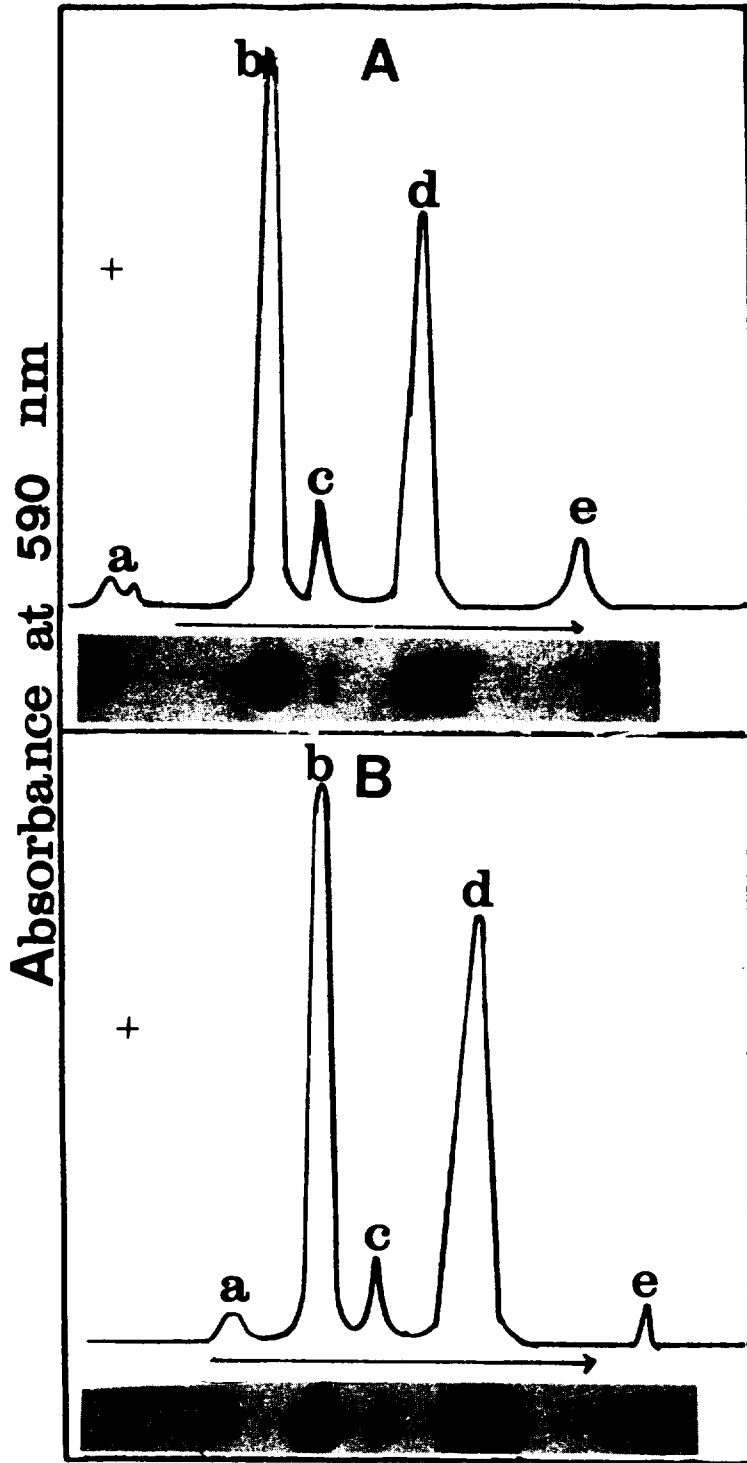


Fig.4. Absorption spectra of whey protein separated by PAGE from Cheju native mare(A) and Thoroughbred(B). a; whey₁ protein, b; β -Lactoglobulin, c; α -Lactalbumin, d; serum albumin, e; Immunoglobulin.

homo型 出現頻도가 높은 경향을 나타내었다.

Table 3 및 Fig.4는 濟州在來馬 乳清蛋白質을 構成하는 各成分의 含量을 百分比로 densitometer에 의해 測定하여 改良種인 Thoroughbred種과 比較한 結果이다. a는 whey₁ protein, b는 β-Lg c는 α-La, d는 SA, e는 Ig인데 이 成分들의 含量比는 濟州在來馬(A)가 4:42:12:32:10인 반면 Thoroughbred種(B)은 5:37:13:33:12로 濟州在來馬가 β-Lg이 약간 높고 그외 whey₁ protein, α-La, SA, Ig는 Thoroughbred種과 비슷한 含量을 나타내었다.

2. 酸 casein의 PAGE 調査

一般的으로 馬乳 casein은 牛乳 casein과 3가지 面에서 차이점이 있는 것으로 알려져 있다. 첫째는 casein의 出現 band數의 차이로 O'Connor and Fox(1973)는 α_s-casein 區分에 7개 이상의 band가 出現한다고 하여 牛乳보다 많고, 둘째 κ-casein의 存在 有無로 牛乳에는 필수적으로 存在하는 κ-casein이 研究者 및 馬品種에 따라 電氣泳動上 나타나지 않는 경우도 있고, 셋째 α_s-casein과 β-casein의 含量比가 牛乳는 1:0.6으로 α_s-casein이 많으나 馬乳는 1:1.6으로 β-casein이 높게 나타난다고 報告되어 있다(O'Connor and Fox, 1973). 따라서 本 實驗은 이 세가지 점에 중점을 두어 실시하였다

Fig.5는 在來馬(1) casein의 電氣泳動 結果를 牛乳(2) 및 改良馬(3) casein과 比較한 結果이다. 첫째, 濟州在來馬의 α_s-casein과 β-casein의 含量比를 알기 위해 densitometer로 測定한 結果 1:1.3으로 改良馬(O'Connor and Fox, 1973)의 1:1.6보다 β-casein 含量이 낮으나 牛乳에 比하여 β-casein 含量이 改良馬와 같이 높음을 알 수 있었다 둘째 κ-casein의 存在 有無로 Fig.5에서 牛乳의 경우(2) κ-casein이 뚜렷이 나타났으나 濟州在來馬에는 확실치 않아 이것을 明確히 究明하기 위해 Zittle and Cluster(1963)의 方法으로 κ-casein을 單離하여 電氣泳動을 實施하고 더 나아가 在來馬 κ-casein도 牛乳와 같이 이황화물 결합을 含有하는지를 알기 위해 2-Mercaptoethanol을 添加하여 電氣泳動을 實施한 結果를 Fig.6에 나타내었다.

Fig.6에서 보는 바와 같이 濟州在來馬 casein도 κ-casein의 存在를 확실치 알 수가 있었고(Fig. 6의 2), 2-Mercaptoethanol을 添加한 結果(Fig.6의 1) 移動度의 變化를 일으켜 濟州在來馬 κ-casein도 이황화물(S-S) 결합이 含有하고 있음을 간접적으로 추정할 수가 있었다. 一般的으로 牛乳의 κ-casein은 分子內에서 이황화물 결합에 의해 複合體를 形成하여 존재하는데(Swissgood and Brunner, 1963) Oxalate나 EDTA(ethylene diamine tetracetate)를 처리하여 Calcium(Ca⁺⁺)을 제거하면 thiol

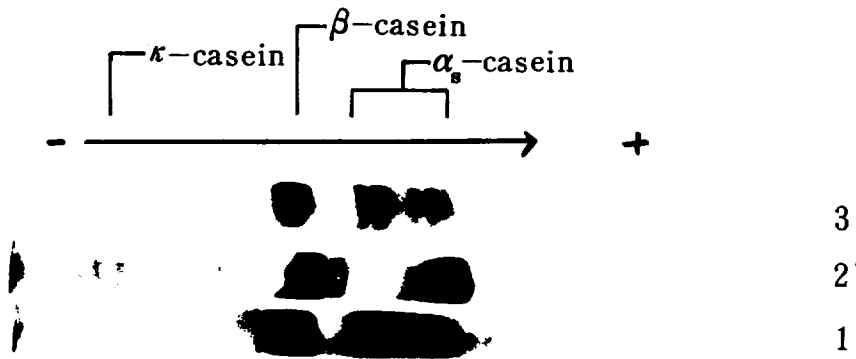


Fig.5. Comparison of mobility of Cheju native mare, Holstein cow and Thoroughbred mare casein. Lanes: 1; Cheju native mare, 2; Holstein cow, 3; Thoroughbred mare.

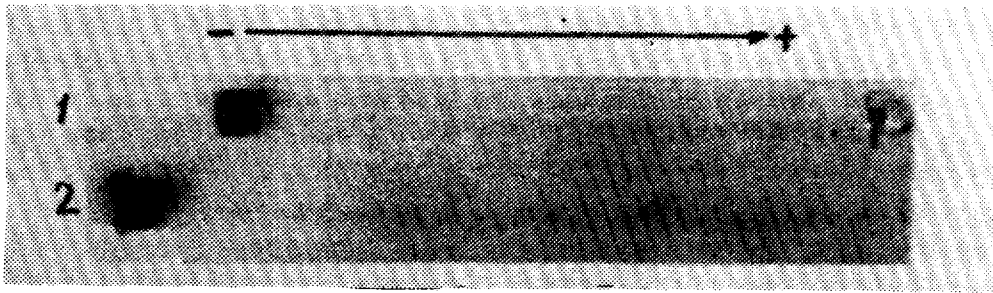


Fig.6. Polyacrylamide gel electrophoretic patterns of Cheju native mare κ -casein with and without addition of 2-mercaptoethanol. Lanes:1; casein with 2-mercaptoethanol, 2; casein without 2-mercaptoethanol.

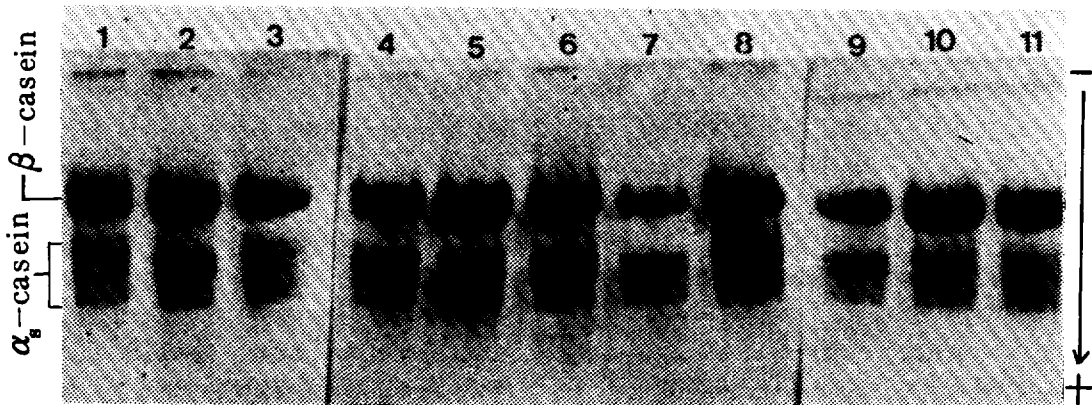


Fig.7. Polyacrylamide gel electrophoretic patterns of casein from individual Cheju native mare.

기는 환원 상태로 된다고 하였다 (Beeby, 1964).

Fig.6의 1에서 2-Mercaptoethanol을 처리하면 κ -casein의 thiol基는還元상태로 되어서移動度の變化를 일으키고 또한單一分離帶로分離되었다로 사료된다.

세째, α_s -casein區分の出現 band數를 확인하기 위해濟州在來馬 個體別로 電氣泳動을 실시, 그結果를 Fig.7에 나타내었다.

α_s -casein區分の band數는 4~7개로 나타나 O'Connor and Fox (1973)가 報告한 改良馬 band數 7개와는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 또한 β -casein은 개체間 移動度の 差異를 보여주고 있으나 一般的으로 β -casein의 遺傳的 變異體는 알칼리條件의 電氣泳動으로는 分離가 어렵고 酸性條

件에서만 가능한데 (Kiddy, 1975), 本實驗은 알칼리條件 (PH 8.9)에서 實施했기 때문에 Kingsbury (1975)가 報告한 β -casein은 β_1 과 β_2 로 分離되고 β_2 에서 A,B,C,D 4개의 band는 확인할 수가 없어 앞으로 酸性條件下에서 電氣泳動을 실시하여 分離 究明해야 할 것으로 생각된다.

3. 乳清蛋白質의 SDS-PAGE 調査

濟州在來馬 乳清蛋白質의 構成成分의 分子量를 推定하기 위해 10% Polyacrylamide gel (PH8.9)에서 電氣泳動을 실시한 結果를 Fig.8에 나타내었으며 各蛋白質의 分子量를 測定한 結果 Fig.9와 같다.

牛乳 乳清蛋白質은 lg 160,000 daltons, SA 66,000 daltons, β -Lg 18,400 daltons, α -La 14,300 daltons 인데 (Basch et al, 1985) 本實驗의 結果 얻은 濟州

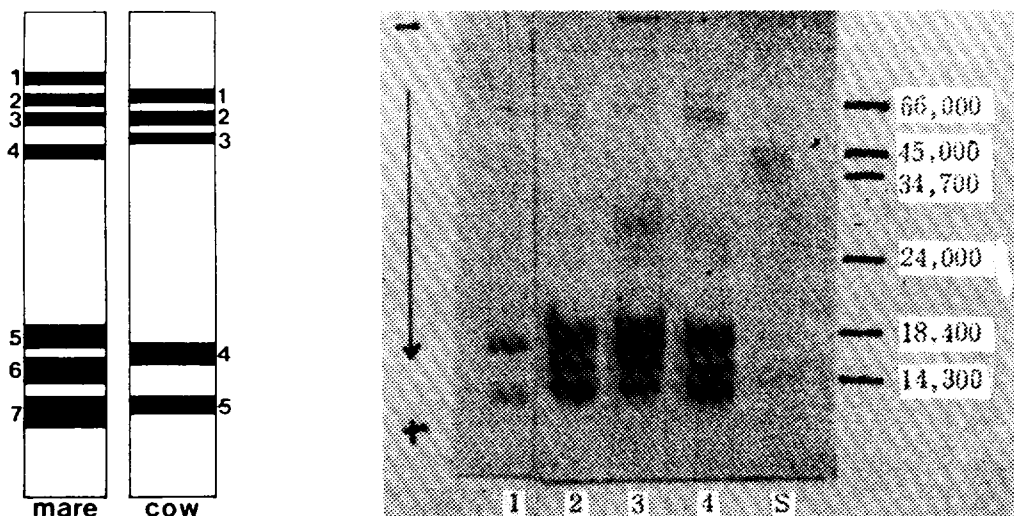


Fig.8. Mobility of whey protein from Cheju native mare during SDS-polyacrylamide gel electrophoresis. Denaturing polyacrylamide gel electrophoresis (10% acrylamide, 1% SDS) with several reference of known molecular weights was carried out to determine the molecular size of each whey protein as described in methods. Lanes: 1; Holstein cow, 2, 3, 4; Cheju native mare S; reference protein. bovine serum albumin(66,000), egg albumin(45,000), pepsin(34,700), trypsinogen(24,000), β -lactoglobulin(18,400), lysozyme(14,300).

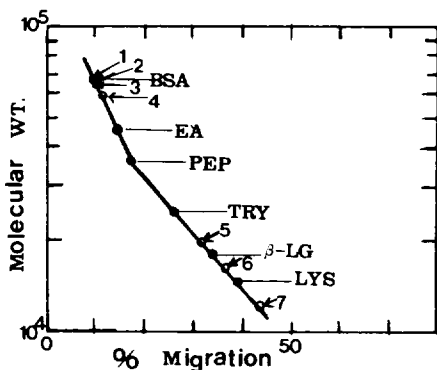


Fig.9. Plot of migration rates of whey protein against molecular weights for proteins. Molecular weights of subunits were determined from plots of relative migration rates (%) of reference proteins to bromophenol blue dye maker on denaturing gel vs. Log molecular weights for each reference as described in methods. The migration rate for bromophenol blue was set as 100%. BSA; bovine serum albumin, EA; egg albumin, PEP; pepsin, β -Lg; β -lactoglobulin, TRY; trypsinogen, LYS; lysozyme.

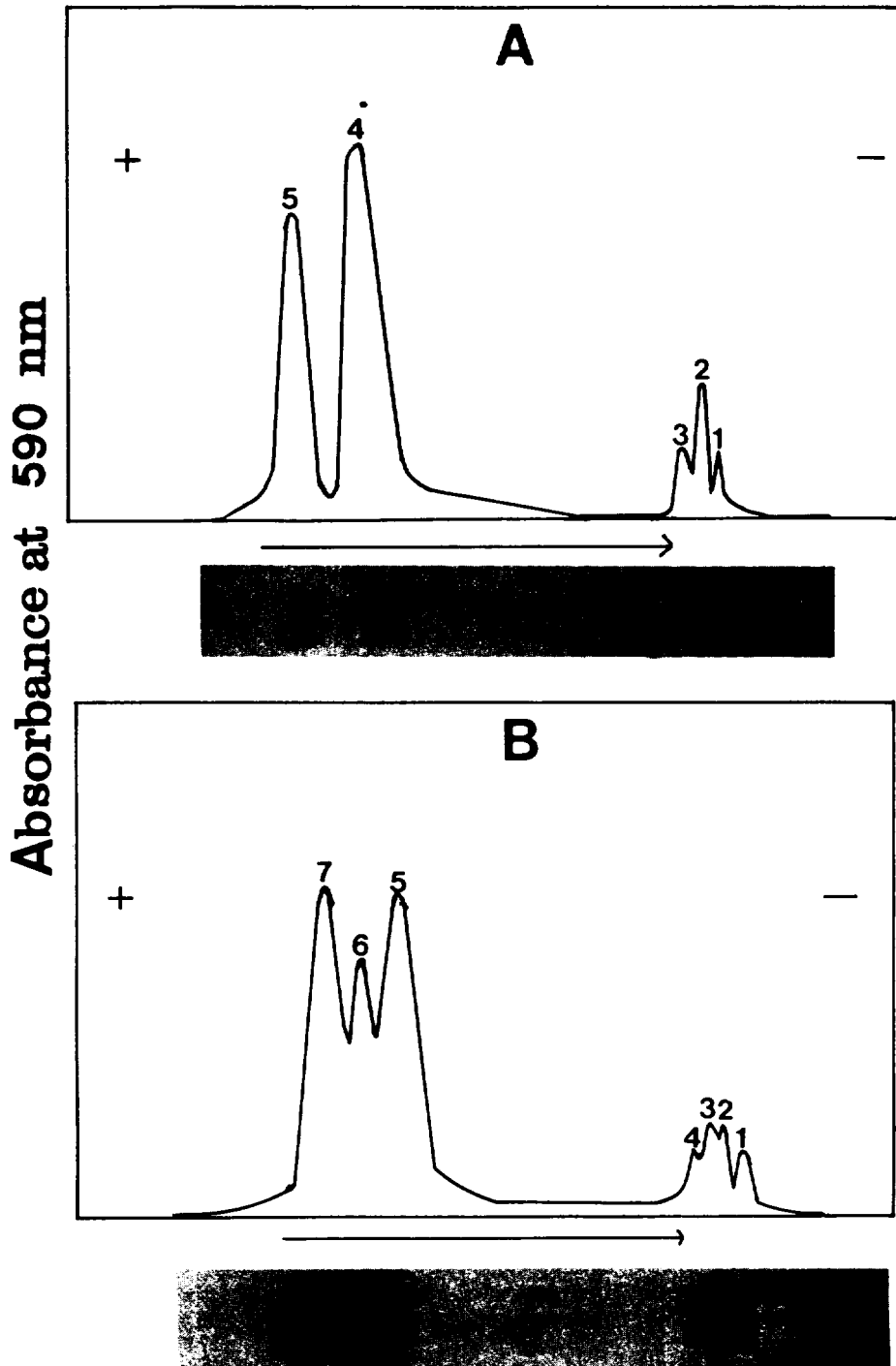


Fig.10. Absorption spectra of whey protein separated by SDS-PAGE from Cheju native mare(B) and Holstein cow(A).

在來馬의 乳清蛋白質은 牛乳에서와는 달리 14,300 daltons의 lysozyme과 18,400 daltons의 β -Lactoglobulin 범위의 3개의 band로 分離되었고 그 分子량을 추정한 結果 各各 12,000, 16,000, 19,500 daltons이었다. 그리고 66,000 daltons의 bovine serum albumin band의 위치에 4개가 분리되었는데 그 分子량은 各各 66,500, 66,000, 65,000, 59,500 daltons이었다.

또한 그 分離樣相을 densitogram으로 확인한 結果, Fig.10과 같이 牛乳와 差異가 있음을 재확인 할 수가 있었다. 따라서 在來馬와 牛乳(Holstein)의 乳清蛋白質 構成은 서로 다르다고 思料된다.

앞으로 各 蛋白質 成分을 單離하여 SDS-PAGE을 실시함으로써 濟州在來馬 乳清蛋白質 各 成分의 정확한 分子량을 추정할 수 있을 것으로 생각된다.

摘 要

本 研究는 濟州在來馬 品種保存에 基礎資料를 提供 코져 馬乳(mare milk)의 casein과 乳清蛋白質을 PAGE

및 SDS-PAGE 方法으로 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 濟州在來馬 乳清蛋白質은 immunoglobulin, serum albumin, α -Lactalbumin, β -Lactoglobulin, whey₁ protein으로 構成되어 있고 whey₁ protein에는 A, B, C, D 4가지 형태의 band가 存在하며 이들의 表現型은 AA, AB, BB, AC, BC, BD, CD型으로 모두 7개였다.

2. 濟州在來馬 casein은 α_s -, β -, κ -casein으로 構成되어 있고 α_s -casein과 β -casein의 含量比는 在來馬가 1:1.3으로 改良馬의 1:1.6과 유사하였으나 牛乳의 1:0.6에 비해 β -casein 含量이 높았다. 그리고 α_s -casein은 4~7개의 band로 分離되었고, κ -casein에 있어서는 牛乳에서와 같이 이황화물 結合을 함유하고 있었다.

3. SDS-PAGE로 濟州在來馬 乳清蛋白質을 分離한 結果 7개의 蛋白質 band로 나타났는데 66,000 daltons 부근에 4개의 band로 14,300~18,400 daltons 범위에 3개의 band로 分離되었다. 各 蛋白質 band의 分子량은 대략 66,500, 66,000, 65,000, 59,500, 19,500, 16,000 그리고 12,000 daltons이었다.

參考文獻

- Basch, J.J., F.W. Douglas, Jr. G. Procino, V.H. Holsinger and H.M. Farrell, Jr. 1985. Quantitation of caseins and whey proteins of processed milks and protein concentrate, application of gel electrophoresis and comparison with Harland-Ashworth procedure. J. Dairy Sci., 68:23-31.
- Beeby, R., 1964. The presence of sulfhydryl groups in κ -casein. Biochem. Biophys. Acta., 82:418.
- 濟州道, 1986. 文化公報現況. pp.22.
- Chiofalo, L., P. Micari and G. Sturniolo, 1982. Caseins polymorphism inacid buffer in sanfratellano horse and in other horse populations breed in Sicily (preliminary note). Annali Della Facolta Di Med. Vater., XIX: 109-119.
- _____, P. Micari and G. Sturniolo, 1983. Polymorphism of milk proteins in horses raised in Sicily. Zoot. Nutr. Anim., 9:311-318.
- 畜産業協同組合, 1986. 畜協調査季報. p.94.
- Kiddy, C.A. and R.E. Rollins, 1973. Discontinuous poylacrylamide gel electrophoresis of cows milk. J. Dairy Sci., 55:1506-1507.
- 鄭昌朝, 金承浩, 金重桂, 李賢鍾, 康太淑, 金文哲, 康珉秀, 鄭坪林. 1985. 濟州馬의 血統定立 및 保存에 關한 研究. 濟州大學校 畜産問題

- 研究所. pp.1-19.
- Kingsbury, E.T. 1975. Anim. Breed. Abstr., 43: 578 n. 5001.
- _____, and S.N. Gaunt, 1977. Heterogeneity whey proteins of mare's milk. J. Dairy Sci., 60:274-277.
- 姜免熙, 1969. 韓國在來馬에 關한 歷史的 및 形態學的 研究. 韓畜誌, 11(4):351-379.
- Kudryashov, A. and O. Krybova, 1966. Dairy Sci. Abstr., 28:382 n. 2299.
- Laemmlı, U.K., 1970. Cleavage of Structural protein the assembly of the head of Bacteriophage T4. Nature., 227:680-685.
- 李基萬, 1984. 馬斗 乘馬, 鄉文社. pp.18-19.
- Melachouris, N.R. and S.L. Tuckey, 1966. Denaturation of whey proteins in milk heated at high temperature for short times. J. Dairy Sci., 49:1154.
- Morr, C.V., 1967. Effect of urea upon the physical properties of β -Lactoglobulin A and B. J. Dairy Sci., 50:1752.
- 農水産部, 1986. 農水産統計年報. pp.100.
- O'Connor, P. and P.F. Fox, 1973. Temperature-dependent dissociation of casein micelles from the milk of various species. Neth. Milk Dairy J., 27:199-217.
- Swaisgood, H.E. and J.R. Brunner, 1963. Characteristics of κ -casein in the presence of various dissociating agents. Biochem. Biophys. Res. Comm., 12:148.
- Thompson, N.P. Tarassuk, R. Jenness, H.A. Lilevic, U.S. Asbworth and D. Rose, 1965. Nomenclature of the proteins of Cow's milk. second Revision. J. Dairy Sci., 48: 159.
- Zittle, C.A. and J.H. Cluster, 1963. Purification and some of the properties of α_s -casein and κ -casein. J. Dairy Sci., 46:1183.