

碩士學位論文

牛乳蛋白質의 遺傳的 變異體에 의한 產乳量과  
乳組成의 比較研究

濟州大學校 大學院

畜 產 學 科



1988年 12月

---

ASSOCIATION OF GENETIC VARIANTS OF MILK  
PROTEIN WITH MILK YIELD AND COMPOSITION  
BY DAIRY CATTLE

Hi-Seok, Park

(Supervised by Professor Hyun-Jong, Lee)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF AGRICULTURE

DEPARTMENT ANIMAL SCIENCE

GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1988. 12.

牛乳蛋白質의 遺傳的 變異體에 의한 產乳量과  
乳組成的 比較研究

指導教授 李 賢 鍾

朴 喜 錫

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함.

1988年 12月 日

 제주대학교 중앙도서관  
朴喜錫의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

濟州大學校 大學院

1988年 12月 日

## 目 次

Summary .....	1
I. 緒 論 .....	4
II. 研究史 .....	6
1. 乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 分布 .....	6
2. 遺傳的 變異體와 產乳量 및 乳組成과의 關係 .....	8
III. 材料 및 方法 .....	10
1. 一般成分 .....	10
2. 產 乳 量 .....	10
3. casein 및 乳清蛋白質의 製造 .....	10
4. 電氣泳動 .....	10
IV. 結果 및 考察 .....	13
1. 乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 分布 .....	13
2. 遺傳的 變異體와, 產乳量 및 乳組成과의 關係 .....	21
V. 要 約 .....	24
VI. References .....	26

---

## List of Figure and Tables

- Figure 1. Schematic diagrams of  $\alpha_s$ -CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6
- Figure 2. Schematic diagrams of  $\beta$ -CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 4.0
- Figure 3. Schematic diagrams of k-CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6
- Figure 4. Schematic diagrams of  $\beta$ -Lg variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6
- Table 1. Observed and expected distribution of  $\alpha_s$ -CN phenotypes in Holstein cows
- Table 2. Observed and expected distribution of  $\beta$ -CN phenotypes in Holstein cows
- Table 3. Observed and expected distribution of k-CN phenotypes in Holstein cows
- Table 4. Observed and expected distribution of  $\beta$ -Lg phenotypes in Holstein cows
- Table 5. Gene frequencies of  $\alpha_s$ -CN,  $\beta$ -CN, k-CN and  $\beta$ -Lg in Holstein milk
- Table 6. A chi-square test for goodness by the Hardy-Weinberg equilibrium formula
- Table 7. Relationship between  $\alpha_s$ -CN phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows
- Table 8. Relationship between  $\beta$ -CN phenotype and milk yield or milk composition in Hostein cows

---

Table 9. Relationship between k-CN phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows

Table 10. Relationship between  $\beta$ -Lg phenotype and milk yield or milk composition in Hostein cows

## Summary

Genetic variants of milk protein from 145 Holstein Friesian cows distributed in Cheju Do were investigated to find out the relationships between milk protein polymorphism and milk yield and composition by means of polyacrylamide gel electrophoresis.

The results are summarized as follows:

1. The milk proteins were genetically polymorphic in cattle and were controlled by codominant autosomal allelic genes of  $\alpha_{s1}$ -casein A,  $\alpha_{s1}$ -casein B,  $\alpha_{s1}$ -casein C (3 types), and  $\beta$ -casein A2,  $\beta$ -casein A3,  $\beta$ -casein A1, and  $\beta$ -casein B (4 types), and k-casein A and k-casein B (2 types), and  $\beta$ -lactoglobulin A and  $\beta$ -lactoglobulin B (2 types).
2. The distribution of phenotypes were :  $\alpha_{s1}$ -casein BB 130 heads, BC 13 heads, AB 2 heads;  $\beta$ -casein A1A3 70 heads, A1A1 28 heads, A2A2 25 heads, A2A3 16 heads, A1A3 6 heads A2B 1 head; k-casein AA 85 heads, AB 50 heads, BB 10 heads;  $\beta$ -lactoglobulin AA 68 heads BB 50 heads, AB 27 heads.
3. The number of phenotypes corresponded closely to expectations of Hardy-Weinberg equilibrium ( $\alpha_{s1}$ -casein;  $0.99 > P > 0.97$ ,  $\beta$ -casein;  $0.25 > P > 0.1$ , k-casein;  $0.75 > P > 0.5$ ,  $\beta$ -lactoglobulin;  $0.95 > P > 0.9$ )
4. Gene frequencies were :  $\alpha_{s1}$ -casein A 0.045, B 0.948, C 0.045;  $\beta$ -casein A2 0.046, A1 0.045, A3 0.076, B 0.03; k-casein A 0.759, B 0.241;  $\beta$ -lactoglobulin A 0.421, B 0.579.
5. Higher milk production was associated with  $\alpha_{s1}$ -casein BB,  $\beta$ -casein A1A3, k-casein AB and  $\beta$ -lactoglobulin AB phenotypes.
6. Fat and protein concentrations were highest in milk from cows of  $\alpha_{s1}$ -casein

---

BC, k-casein BB.

$\beta$ -casein A2A2 and  $\beta$ -lactoglobulin BB were associated with higher percentages of fat and total solids.



## I. 緒 論

牛乳蛋白質은 젖소品種에 따라서 含量에 差異가 있으나, 우리나라에서 飼育되고 있는 젖소의 대부분을 차지하는 Holstein 種의 경우 3.0~3.3%이며 大別해서 casein과 乳清蛋白質로 나누어 진다.

Casein은 脫脂乳에 酸을 添加해서 pH 4.6에 調整했을때 沈澱하는 不均一한 磷蛋白質이며 總蛋白質의 약 80%를 차지하고 있고, 牛乳中에 칼슘, 마그네슘, 구연산 및 인산칼슘과 함께 複合물을 形成해서 casein micelle이라 불리는 直徑 40~280 $\mu$ m의 球狀의 colloid 狀態로 存在하며, 이와같은 構造를 갖는 casein micelle의 性狀이 牛乳 및 cheese 등 乳製品의 獨特한 物理的인 性狀, 즉 加熱에 의한 凝固 및 沈澱, cheese 製造時 rennet에 의한 凝固, 煉乳의 gel化 및 粉乳의 不溶化 등의 現象과 密接한 관련이 있고, 나아가 이들 製品의 品質에 影響을 미친다.

Casein은 옛부터 不均一한 蛋白質인 것으로 알려져 있었으나, 1939年 Mellander가 처음 Tiselius의 自由界面 電氣泳動法에 의해 3種類의 casein( $\alpha$ -casein,  $\beta$ -casein, r-casein)을 확인한 이래 分離 精製技術의 發展에 따라 casein의 種類와 遺傳的 變異體에 대한 새로운 사실들이 점차 밝혀지고 있다.

한편, 乳清蛋白質은 總蛋白質의 20%를 차지하고 主要 構成成分은  $\beta$ -lactoglobulin( $\beta$ -Lg)을 포함  $\alpha$ -lactalbumin( $\alpha$ -La)과 微量成分으로 乳清 Albumin(SA), Immunoglobulin(IG) 등이 있고, 乳清蛋白質 역시 이 方面에 研究가 進行됨에 따라 各各의 遺傳的 變異體들이 밝혀지고 있다.

따라서 1984年 美國酪農科學會의 蛋白質 命名委員會에서는 지금까지의 結果를 整理하여 casein의 種類를  $\alpha$ <sub>1</sub>-casein( $\alpha$ <sub>1</sub>-CN),  $\alpha$ <sub>2</sub>-casein( $\alpha$ <sub>2</sub>-CN),  $\beta$ -casein( $\beta$ -CN), k-casein(k-CN)의 4種類, 乳清蛋白質은  $\beta$ -lactoglobulin( $\beta$ -Lg),  $\alpha$ -lactalbumin( $\alpha$ -La), Serum Albumin(SA) 및 Immunoglobulin(Ig)의 4種類로 各各 分類하고 遺傳的 變異體는  $\alpha$ <sub>1</sub>-CN에 A, B, C, D, E,  $\alpha$ <sub>2</sub>-CN에 A, B, C, D,  $\beta$ -CN은 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B, C, D, E,

k-CN은 A, B로 規定하고 乳清蛋白質은  $\beta$ -Lg에 A, B, C, D, E, F,  $\alpha$ -La은 A, B로 發表 하였으며, 앞으로도 계속해서 分離, 分析方法의 進歩와 研究의 進展에 따라 未知의 遺傳的 變異體들이 더 밝혀질 것으로 생각된다.

그러나 最近 지금까지의 純粹 學問的인 立場에서의 遺傳的 變異體 규명만을 떠나서 遺傳的 變異體와 產乳量, 牛乳組成 및 cheese 生産量과의 관계 등, 實用面과 연관지어 많은 研究가 進行되고 있다.

實例로 乳製品 特히, cheese 製造時 收量과 關係가 깊은 脂肪과 蛋白質 등, 固形分 含量은 遺傳的(Gaunt, 1980 : Hayes 등, 1984 : Sharma 등, 1983) 環境的 (Gaunt, 1980 : Davis와 Law, 1980 : Ng-Kwai-Hang 등, 1984) 및 生理的 條件 (Gordin 등, 1971 : Haenlein 등, 1973 : Wheelock, 1980) 등에 따라 달라지는데 脂肪과 蛋白質의 遺傳率은 0.3~0.7로 比較的 높기 때문에 育種과 選拔을 通해서 改善할 수 있으나, 蛋白質의 80%를 차지하는 casein은 遺傳率이 낮기 때문에 通常的인 方法으로 含量調節이 어려운 것으로 알려지고 있다.

따라서 牛乳蛋白質의 遺傳的 變異體와 casein含量, 乳組成과 產乳量과의 관계가 明確히 밝혀지면 牛乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 表現型은 種畜을 選拔하는데 通常的인 育種과 選拔에 比해 독특한 方法으로 널리 活用할 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 지금까지의 遺傳的 變異體와 產乳量, 牛乳組成 및 乳製品 生産量과의 관계에 대한 研究가 활발히 이루어지고는 있으나 一部 蛋白質의 變異體에만 局限되고 있고 表現型의 出現頻度 등의 調査도 外國에서 一部 地域에서만 이루어지고 있을뿐 國內에는 이 方面에 研究가 미약한 實情이다.

따라서 本 研究는 濟州道內에서 飼育되고 이는 Holstein種 乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 分布를 調査하고 이것을 基礎로 遺傳的 變異體와 產乳量과의 관계 및 牛乳 組成分 特히 脂肪과 蛋白質 生産量과 變異體와의 연관성을 규명하므로서 優良한 젖소의 選拔 및 不良한 低能力牛의 淘汰 등 乳牛改良에 基礎資料를 提供코자 實施하였다.

## II. 研究 史

### 1. 乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 分布

牛乳蛋白質의 遺傳的 變異體에 관해서는 Aschaffenburg와 Drewry(1955)가 paper 電氣泳動을 利用하여 乳清蛋白質의  $\beta$ -Lg에 A, B 2種類의 變異體를 發見한 이후 이 分野의 研究가 활발히 이루어짐에 따라  $\alpha$ <sub>S1</sub>-CN,  $\beta$ -CN, k-CN 및  $\alpha$ -La에도 遺傳的 變異體가 存在한다는 事實이 속속 밝혀지게 되었다.

$\alpha$ <sub>S1</sub>-CN에 관해서는 Thompson 등(1962)과 kiddy 등(1964)이 starch gel 電氣泳動에 의해 3種類의 遺傳的 變異體가 있음을 確認하고 移動度의 順序대로 A, B, C라고 命名하였으며, 그후 Grosclade 등(1966)은 France Flamande 牛에서 B보다 移動度가 빠르고 A보다 늦은 새로운 變異體 D를 發見하였고, Grosclaude 등(1976)에 의해서 E 變異體가 發見되어 지금까지 A, B, C, D, E, 5種의 遺傳的 變異體의 存在가 確認되었 다.

또한 各 變異體의 品種別 分布 즉, 遺傳子 頻度를 보면 Ayshire 種과 Shorthorn 種 (Aschaffenburg 등, 1968)은 B 變異體만을 갖고 있고, A와 C는 없으며, Holstein 種 (Kiddy 등, 1964)의 경우 A(0.08), B(0.87), C(0.05)로 B 變異體가 越等히 높을 뿐만 아니라, Guernsey 種과 Jersey 種 (Li 등, 1972)은 B 變異體가 各各 0.79, 0.74로 높은 頻度를 보여주고 있다.

한편 地域에 따른 頻度를 보면 Thymann과 Larsen(1965)이 덴마크에서 飼育되고 있는 Jersey 種의 C 變異體의 頻度を 調査한 結果 0.05인데 比해 美國에서 飼育되고 있는 Jersey 種의 경우 (Kiddy 등, 1964) C 變異體는 0.26로 差異를 보였고, Holstein 種은 B 및 C 遺傳子는 0.94, 0.06(Li와 Gaunt, 1972), 캐나다(Ng-Kwai-Hang 등 1984)에 飼育되고 있는 Holstein 種은 0.970, 0.027이고 특히 A가 0.003으로 나타난 것이 特異하고 日本地域(Abe 등, 1975)에서 調査한 頻度は 0.991, 0.009, 國內에서 調査한

(Han 등, 1984) 結果는 0.949 및 0.051 등으로 Jersey 種에 비해 낮으나, Holstein 種도 약간의 差異를 보여주고 있는 등  $\alpha_{s1}$ -CN 遺傳子 頻度는 品種과 地域에 따라 差異가 있음을 알 수 있다(Mckenze 등, 1971).

$\beta$ -CN Aschaffenburg(1961)가 수 casein으로부터  $\beta$ -CN을 分離하고 A, B, C 3種類의 遺傳的 變異體를 發見하여 이를 移動度の 順序로 A, B, C라 命名한 후 African Zebu 牛에서 D型이 發見되었으며 (Aschaffenburg 등, 1968), Perterson과 Loffler(1966)에 의하여 alkali 電氣泳動에서는 단 하나의 band를 나타내는  $\beta$ -CN A가 acid 電氣泳動에서는 3개의 band로 分離되어 移動도에 따라  $A_1, A_2, A_3$ 로 命名되었고 (Aschaffenburg, 1966 : Kiddy 등, 1966) 또한 Rose 등(1970)에 의하여  $\beta$ -CN에는 B, C, D 및 E의 存在가 확인되었다.

品種別 出現頻度는 Holstein種의 경우 A型은 0.98, B型 0.02로 나타났으나, C型은 나타나지 않았고 (Li와 Gaunt, 1972), Guernsey種은 각각 0.980, 0.004, 0.016이었으며 (Aschaffenburg, 1961) Brown Swiss種 (Thompson 등, 1964)은 각각 0.79 0.19, 0.02로 나타났다.

이와같이 A型은 모든 品種에 共通의으로 높게 나타났으나, 특히 C型은 Guernsey 種과 Brown Swiss種에서만 檢出되었고, Ayrshire種과 Shorthorn種은 A型만 나타나 品種間에  $\alpha_{s1}$ -CN 경우와 같이 差異를 나타내고 있었다.

地域別로는 美國內 Holstein種 (Li와 Grant, 1972)의 경우  $A_1, A_2, A_3$  및 B型으로 구분되어 각각 0.49, 0.49, 0.01, 0.01로 나타났고, 캐나다(Ng-Kwai-Hang 등, 1984) 地域에서는 0.561, 0.421, 0.011, 0.007이고, 日本(Abe 등, 1975)은 0.627, 0.355, 0.014, 0.005이며, 國內(Han 등, 1984)에서는 0.471, 0.460, 0.040, 0.029로 同一品種에서도 地域間에 약간의 差異를 나타내었다.

k-CN은 Neelin(1964), Woychick(1964) 및 Schmidt(1964)등이 starch 및 polyacrylamide gel 電氣泳動을 利用하여 A, B 2 種의 遺傳的 變異體를 發見하였으며, 品種間的 出現頻度는 Holstein種이 A가 0.75, B가 0.25이고 (Li와 Gaunt, 1972), Ayrshire種 0.70, 0.30이며 (Li와 Gaunt, 1972), Guernsey種은 0.59, 0.41로 (Li와

Gaunt, 1972), A型的出現頻도가 높은 反面, Brown Swiss種은 0.41, 0.59, Jersey種은 0.12와 0.88(Li와 Grant, 1972)로 特히 他 品種에 比해 Jersey種은 B型的 出現頻도가 越等히 높은 것이 特徵이며,  $\alpha_s$ -CN이나  $\beta$ -CN에 比해 地域間에 出現頻度の 뚜렷한 差異는 없었다(Abe 등, 1975 : Alan 등, 1983).

$\beta$ -Lg은 Aschaffenburg(1955)에 의해 最初로 A, B 2種類의 變異體가 發見된 이래 Bell(1962)은 Jersey種에서 C를 發見한데 이어 Grosclande 등(1966)은 네번째 遺傳子인 D의 存在를 證明하여 지금까지 A, B, C, D 4種類가 確認되고 있다.

品種別 出現頻도에 있어서는 Holstein種이 A型 0.5, B型 0.5로 같을뿐 기타 Li와 Gaunt (1972)의 報告한 Ayrshire種 (0.17, 0.83), Guernsey種 (0.38, 0.62), Jersey種 (0.36, 0.64), Brown Swiss種 (0.33, 0.67)들은 모두 B型的 出現頻도가 높으며, 地域間에는 Holstein의 경우 A型和 B型的 出現頻도가 美國地域인 경우 (Li와 Gaunt, 1972)는 0.5와 0.5, 日本地域은 (Abe 등, 1975) 0.491 및 0.509와 國內 (Han 등, 1984)의 0.446와 0.554에 比해 Ng-Kwai-Hang 등 (1984)이 캐나다 地域에서 3,870頭의 젖소에서 調査한  $\beta$ -Lg은 0.387과 0.613으로 地域間에 多小 差異를 보여주고 있다.

## 2. 遺傳的 變異體와 產乳量 및 乳組成과의 關係

遺傳的 變異體와 產乳量 및 乳組成과의 연관성에 관해서는 Aschaffenburg와 Drewry(1955)에 의해 처음으로 牛乳蛋白質의  $\beta$ -Lg에 2種類의 遺傳的 變異體의 存在가 確認된 이래 많은 研究가 이루어져 遺傳子型의 分析方法 (Swaisgood 등, 1975 : Thompson, 1971), 品種間의 表現型 및 對立形質의 分布 등 (Aschaffenburg, 1968 : Backer와 Manwell, 1980 : Thompson과 Farrel, 1974 : Zikakis 등, 1974)이 調査 報告되어 이 分野에 급진적인 發展을 가져왔다.

그러나 最近 이와같은 純粹 學問的인 立場에서의 研究 이외에 小數이기는 하나 牛乳蛋白質의 遺傳子型과 經濟的으로 重要的인 젖소의 形質, 즉 產乳量과 蛋白質 및 脂肪 등의 固形分 含量과의 관련성을 규명하려는 研究가 試圖되고 있다(Buckberger 등, 1982 : Hoogendoorn 등, 1969 : McLean 등, 1982).

Osipen'ko 등(1976)과 Mityuto'ko(1976)은  $\beta$ -Lg型間에는 產乳量에 差異가 있다고

하였고, Mityuto'ko(1976)은 k-CN型에서도 有意한 差가 있음을 報告하였다. 그러나 Comberg 등 (1964)과 Semonov 등(1978)은 乳蛋白質型 間에는 產乳量에 有意한 差異가 나타나지 않았다고 하였다.

한편 komatsu 등(1981)은 지금까지의 他 研究 報告가 대부분 乳量 變動要因으로 고려되어야 할 產次, 泌乳期도 同一하지 않았고, 乳蛋白質型 間에 產乳量에 統計的인 有意差가 認定된 경우에도 蛋白質型의 效果가 乳量의 統計的 分析에 어느정도 차지하는지도 分明하지 않았다고 報告하였다. 그러나 그는 產次 및 泌乳期 등 環境的, 生理的 條件 등을 同一하게 하여 分析한 結果 產乳量은 k-CN에 있어서 AB型이 다른 Homo型보다 높았고, 統計的인 有意差가 認定되었으나, k-CN 이외의 蛋白質과 脂肪 및 無脂固形分 間에는 연관성이 認定되지 않았다고 報告하였다.

그러나 Ng-Kwai-Hang 등(1986)은 產次, 泌乳期등의 環境的, 生理的 狀態가 同一한 條件下에서도 牛乳蛋白質의 表現型은 產乳量과 脂肪, 蛋白質과 casein 및 乳清蛋白質中의 casein 比率과 관련이 있다고 報告하였다. 즉 產乳量이 높은 젖소의 表現型은  $\alpha_{S1}$ -CN BB型,  $\beta$ -CN A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>型, k-CN AA型,  $\beta$ -Lg AA型이고 脂肪 및 蛋白質 含量이 높은 表現型은  $\alpha_{S1}$ -CN BC型,  $\beta$ -CN A<sub>1</sub>B型, k-CN BB型이라고 하였으며,  $\beta$ -Lg BB型을 含有한 牛乳는 脂肪과 casein 含量은 높으나, 全體 蛋白質 含量과 乳清蛋白質은 낮다고 하였다.

한편 cheese 生産량과 牛乳蛋白質의 表現型과의 연관성에 關係 Story 등(1983)이 cheese 製造中 curd의 굳기와 牛乳의 凝固性은 蛋白質 自體보다 오히려 casein 含量과 密接한 關係가 있다는 事實을 報告한 이래 casein의 遺傳的 變異體의 種類에 따라 牛乳의 cheese 生産能力에 差異가 있다는 事實이 알려졌고 (Losi 등, 1979 : Marziali, 1985 : Schaar, 1984) 또한 乳清蛋白質中의  $\beta$ -Lg도 영향을 미친다고 報告되었다(Cerbulis와 Farrell, 1975 : Morini 등, 1982).

그리고 最近에 다시 Marziali(1986)와 Ng-kwai-Hang 등(1986)은  $\alpha_{S1}$ -CN 및  $\beta$ -La를 제외한 Holstein種 牛乳蛋白質의 表現型과cheese 生産량과 關係를 調査하여  $\beta$ -CN A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>型, k-CN BB型,  $\beta$ -Lg BB型을 含有한 牛乳의 cheese 收量이 他 表現型에 비해 높다고 報告하였다.

### Ⅲ. 材 料 및 方 法

#### 1. 一般成分

濟州道에서 飼育中인 Holstein種 145頭를 對象으로 1987年 8月 初부터 1988年 7月 末까지 1年間에 걸쳐 每月 一回씩 牛乳를 個體別로 搾乳하여 試料를 採取한 후 畜産學科 乳加工實驗室로 運搬하여 赤外線牛乳自動分析器인 Multispec-M(England)을 使用하여 一般成分을 分析하였다.

#### 2. 產 乳 量

調査對象 乳牛 145頭를 個體別로 每 搾乳時마다 (1日 2回, 午前과 午後) 產乳量을 記錄한 資料를 305日 補定係數로 換算하여 分析하였다.

#### 3. casein 및 乳清蛋白質의 製造

試料를 3,000rpm에서 20分間 遠心分離하여 脂肪을 除去한 後 0.1N-HCl로 pH 4.6에 調整하여 沈澱하는 casein과 乳清蛋白質을 蒸溜水로 1日間 透析한 後 Freeze dryer에서 凍結乾燥시켜 냉장고에 保存하면서 電氣泳動用 試料로 使用하였다.

#### 4. 電氣泳動

$\alpha_1$ -CN,  $\kappa$ -CN 및  $\beta$ -Lg의 分析에는 Vertical polyacrylamide gel 電氣泳動法을 利用하여 alkali에서 施行하였다. 즉 4.5M urea를 包含하는 pH 8.9 tris-HCl buffer를 使用하였으며, 分離 gel은 Davis(1964) 方法에 의하여 A液 C液 및 ammonium persulphate를 包含하는 7.2M urea液을 1:2:5의 比率로 混合해서 acrylamide 濃도가 7% 되도록 調整하여 gel化 시켰다.

濃縮 gel은 3.5% acrylamide의 濃도가 되도록하고 試料는 1M sucrose를 含有하는

9M urea 溶液에 溶解시켰으며, 泳動은  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  條件에서 試料을 running하기 前에 100V에서 1時間 prerunning한 後 試料을 넣고 30mA, 200V 正電壓下에서 약 3時間 동안 展開시켰으며 泳動의 끝난 gel은 10% trichloroacetic acid 溶液에서 1時間 固定시킨 後 coomassie brilliant blue R 溶液에 1時間 染色시킨 後 脫色은 20% acetic acid 溶液에서 分離帶가 선명히 보일때 까지 實施하였다.

$\beta$ -CN은 pH 4.0의 酸性 條件下에서 實施하였다.



## IV. 結果 및 考察

### 1. 乳蛋白質의 遺傳的 變異體의 分布

Holstein種 145頭의 試料를 polyacrylamide gel 電氣泳動法에 의해 分析한  $\alpha_{S1}$ -CN의 代表的인 電氣泳動像의 모식도는 Fig 1과 같고, 各  $\alpha_{S1}$ -CN 座位에 있어서 遺傳的 變異體의 表現型은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Holstein種의  $\alpha_{S1}$ -CN은 A · B · C 3개의 對立遺傳子에 의해 支配되고 있는데, 本 實驗 結果에서도 3개 모두가 觀察되었다. 特히 Abe 등(1975)의 日本內 Holstein種 및 Han 등(1983)의 國內調査에서는 나타나지 않았고, 美國內 Holstein種 (kiddy 등, 1964)에서 매우 낮은 頻度 (0.003)로 나타나는 A型이 本 實驗에서도 (0.01) 出現하였다.

$\alpha_{S1}$ -CN의 表現型은 AB, BB, BC型의 3種으로서 表現型 分布는 145頭中 BB型이 130頭 (89.7%)로 대부분을 차지했고, BC型과 AB型은 各各 13頭 (8.9%)와 2頭 (1.4%)로 出現頻도가 낮았다.

이와같은 結果는 같은 Hostein種으로서 kiddy 등(1964)이 美國內 Holstein種 542頭中 BB型 410頭 (75.7%), AB型 81頭 (14.9%), BC型 44頭 (8.1%), AC型 5頭 (0.9%), AA型 2頭 (0.4%)라고 發表한 結果와 比較할때 BB型이 대부분을 차지한 것은 類似 하였으나, AB型과 BC型의 出現頻도는 差異를 나타냈고, AC, AA型은 本 實驗에서는 나타나지 않았는데, 이는 調査頭數가 적어 A 遺傳子가 2개 밖에 檢出되지 않았기 때문에 이의 表現型이 나타나지 않은 것으로 생각된다.

한편 日本의 Abe 등(1975)이 110頭中 BB型 108頭 (98.2%), BC型 2頭 (1.8%)로 分析한 結果 및 Han 등(1984)이 國內에서 調査한 138頭中 BB型 124頭 (89.9%), BC型 14頭 (10.1%)와는 A 遺傳子 出現與否 이외에는 비슷한 結果를 나타내었다.

$\beta$ -CN의 代表的인 電氣泳動像의 모식도는 Fig 2와 같고 遺傳的 變異體의 表現型은 Table 2와 같다.

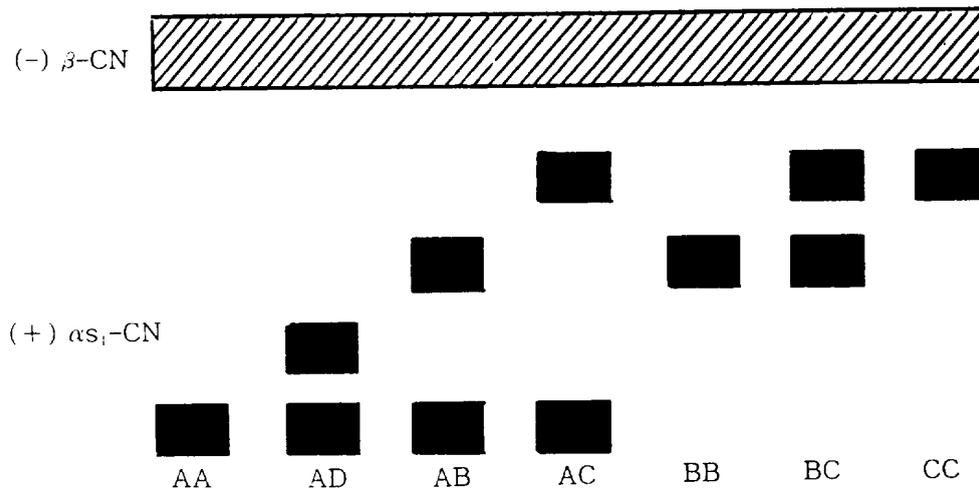


Fig. 1 Schematic diagrams of  $\alpha_{s1}$ -CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6

Table 1. Observed and expected distribution of  $\alpha_{s1}$ -CN phenotypes in Holstein cows.

Study	No. of cows		AA	BB	CC	AB	AC	BC
Park. H. S. (1988) (Che-ju)	145	obs.	0	130	0	2	0	13
			0	(89.7)	0	1.4	0	8.9
		exp.	0	130.4	0	2.0	0	12.4
Han et al(1984) (Korea)	138 (100)	obs.	0	124	0	0	0	14
			0	(89.9)	0	0	0	(10.1)
		exp.	0	124.3	0	0	0	13.4
Abe et al(1975) (Jap.)	110 (100)	obs.	0	108	0	0	0	2
			0	(98.2)	0	0	0	(1.8)
		exp.	0	108.0	0	0	0	2.0
Kiddy et al(1964) (U. S. A.)	542 (100)	obs.	2	410	0	81	5	44
			(0.4)	(75.7)	0	(14.9)	(0.9)	(8.1)
		exp.	-	-	-	-	-	-
Ng-Kwai-Hang et al(1986) (Canada)	1908 (100)	obs.	0	1794	0	11	0	103
			0	(94.0)	0	(0.6)	0	(5.4)
		exp.	0	-	-	-	-	-

\* ( ) : %

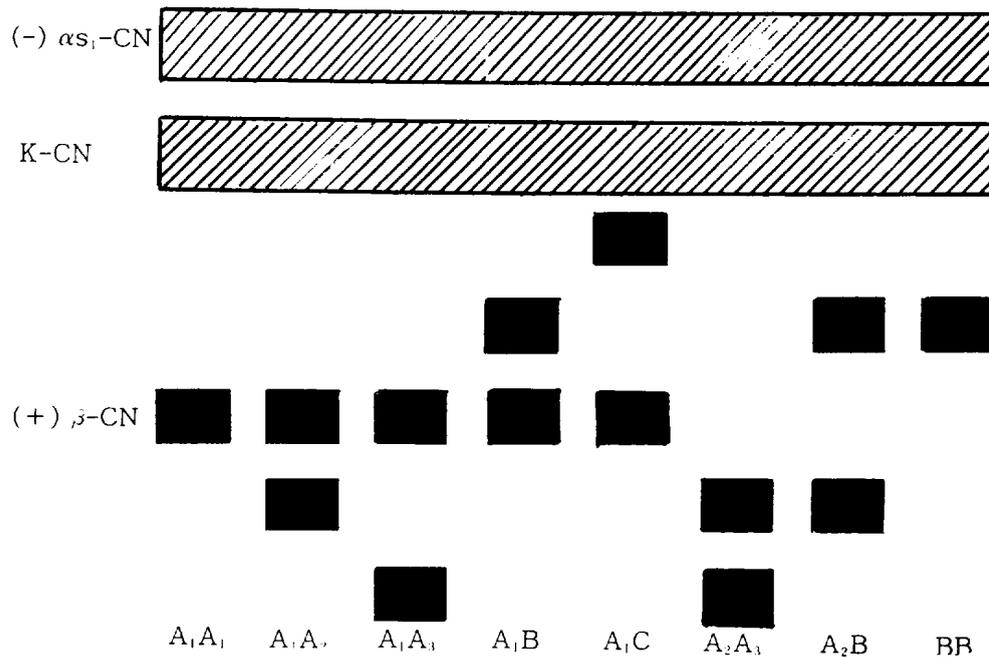


Fig. 2 Schematic diagrams of  $\beta$ -CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 4.0

Table 2. Observed and expected distribution of  $\beta$ -CN phenotypes in Holstein cows.

Study	No. of cows	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B	A <sub>1</sub> C	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B	AB	BB	AC	BC	CC
Park. H. S. (1988) (Che-ju)	145 obs.	28	70	24	6	16	0	0	1	0	0	0	0
	(100)	(19.3)	(48.3)	(16.6)	(4.1)	(11.0)	0	0	(0.7)	0	0	0	0
	exp.	30.0	61.6	31.4	10.1	10.3	0	0.5	0.5	0	0	0	0
Han et al(1984) (Korea)	138 obs.	34	55	30	4	7	0	3	5	0	0	0	0
	(100)	(24.6)	(39.9)	(21.7)	(2.9)	(5.1)	0	(2.2)	(3.6)	0	0	0	0
	exp.	30.6	59.8	29.8	5.2	5.2	0	3	5	0	0	0	0
Abe et al(1975) (Jap.)	110 obs.	43	49	14	2	1	0	1	0	0	0	0	0
	(100)	(39.1)	(44.6)	(12.7)	(1.8)	(0.9)	0	(0.9)	0	0	0	0	0
	exp.	43.4	48.9	13.8	1.9	1.1	0	1	0	0	0	0	0
Kiddy et al(1964) (U. S. A.)	271 obs.	31	144	66	7	3	0	6	14	0	0	0	0
	(100)	(11.4)	(53.1)	(24.4)	(2.6)	(1.1)	0	(2.2)	(5.2)	0	0	0	0
	exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ng-Kwai-Hang et al(1986) (Canada)	1908 obs.	586	939	317	22	16	1	7	17	19	0	0	0
	(100)	(30.7)	(49.2)	(16.6)	(1.2)	(0.8)	(0.1)	(0.4)	(0.9)	(1.0)	0	0	0
	exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* ( ) : %

$\beta$ -CN은 8개의 對立遺傳子, 즉  $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot B_1 \cdot B_2 \cdot C \cdot D$ 에 의해서 支配되나, Holstein 種에서는  $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot B$  4개만이 나타나는 것으로 지금까지 報告되었는데 본 實驗 結果에서도  $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot B$  4개 모두 變異體가 나타났으며, 그 表現型은 6種類, 즉  $A_1A_1$ ,  $A_1A_2$ ,  $A_2A_2$ ,  $A_2A_3$  및  $A_2B$ 가 觀察되었다.

表現型の 分布는  $A_1A_2$ 型이 49頭 (44.6%),  $A_1A_1$ 型 43頭 (39.1%),  $A_2A_2$ 型 14頭 (12.7%),  $A_1A_3$ 型 2頭 (1.8%),  $A_2A_3$ 型 1頭 (0.9%),  $A_1B$ 型 1頭 (0.9%)로 kiddy 등(1964)의  $A_1A_2$ 型 144頭 (53.1%),  $A_2A_2$ 型 66頭 (24.4%),  $A_1A_1$ 型 31頭 (11.4%),  $A_1A_3$ 型 7頭 (2.6%),  $A_2A_3$ 型 3頭 (1.1%),  $A_1B$ 型 6頭 (2.2%),  $A_2B$ 型 14頭 (5.2%) 및 Han 등(1984)의  $A_1A_1$ 型 34頭 (24.6%),  $A_1A_2$ 型 55頭 (39.9%),  $A_2A_2$ 型 30頭 (21.7%),  $A_2A_3$ 型 4頭 (2.9%),  $A_2A_3$ 型 7頭 (5.1%),  $A_1B$ 型 3頭 (2.2%),  $A_2B$ 型 5頭 (3.6%)와는 거의 비슷한 分布를 보였으나, Ng-Kwai-Hang (1986)이 캐나다 地域 Holstein 種 1,908 頭를 調査한 結果 特異하게  $A_2A_3$ ,  $A_1B$ 型이 나타나, 出現 表現型の 種類에 差異를 보여주고 있다.

다음 k-CN의 代表的인 電氣泳動像의 모식도는 Fig 3과 같고, 遺傳的 變異體의 表現型은 Table 3과 같다.

k-CN은 casein 中에서도 그 特性이나 機能이 복잡한 casein으로 알려져 왔으나, 遺傳的 側面에 있어서는 모든 品種에서 단순히 A와 B 2개의 遺傳的 變異體에 의해서 支配되는 것으로 지금까지 報告되었으며 (Abe 등, 1975 : Han 등, 1984 : kiddy 등, 1964 : Woychick, 1964), 본 調査에서도 A · B 2개의 變異體가 確認되었고, 表現型은 AA, AB 및 BB型の 3種類가 各各 나타났다. 調査頭數 145頭中 AA型이 85頭 (58.6%), AB型이 50頭 (34.5%), BB型이 10頭 (6.9%) 순으로 나타나, Han 등(1984)의 AA, AB 및 BB型の 各各 76頭 (55.1%), 49頭 (35.5%) 및 13頭 (9.4%), Abe 등(1975)의 63頭 (57.3%), 41頭 (37.3%), 6頭 (5.4%), Woychick (1964)의 99頭 (71.7%), 36頭 (26.1%), 3頭 (2.2%)와 比較하여 거의 類似한 分布를 나타내었다.

다음은 乳清蛋白質의 50%를 차지하는  $\beta$ -Lg의 代表的인 電氣泳動像의 모식도는 Fig 4와 같고, 遺傳的 變異體의 表現型은 Table 4와 같다.

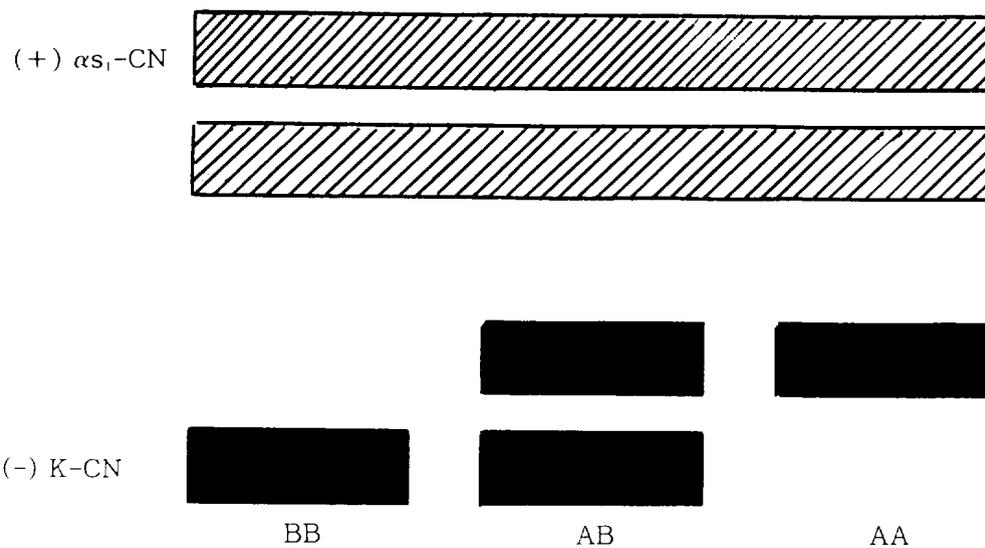


Fig. 3 Schematic diagrams of k-CN variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6

Table 3. Observed and expected distribution of k-CN phenotypes in Holstein cows. \* ( ) : %.

Study	No. of cows		AA	AB	BB
Park. H. S. (1988) (Che-ju)	145	obs.	85 (58.6)	50 (34.5)	10 (6.9)
		exp.	83.4	53.2	8.4
Han et al(1984) (Korea)	138	obs.	76 (55.1)	49 (35.5)	13 (9.4)
		exp.	73.1	54.6	10.2
Abe et al(1975) (Jap. )	110	obs.	63 (57.3)	41 (37.3)	6 (5.4)
		exp.	63.4	40.2	6.4
Woychick(1964) (U. S. A. )	138	obs.	99 (71.7)	36 (26.1)	3 (2.2)
		exp.	-	-	-
Ng-Kwai-Hang et al (1986) (Canada)	1908	obs.	1011 (53.0)	816 (42.8)	80 (4.2)
		exp.	-	-	-

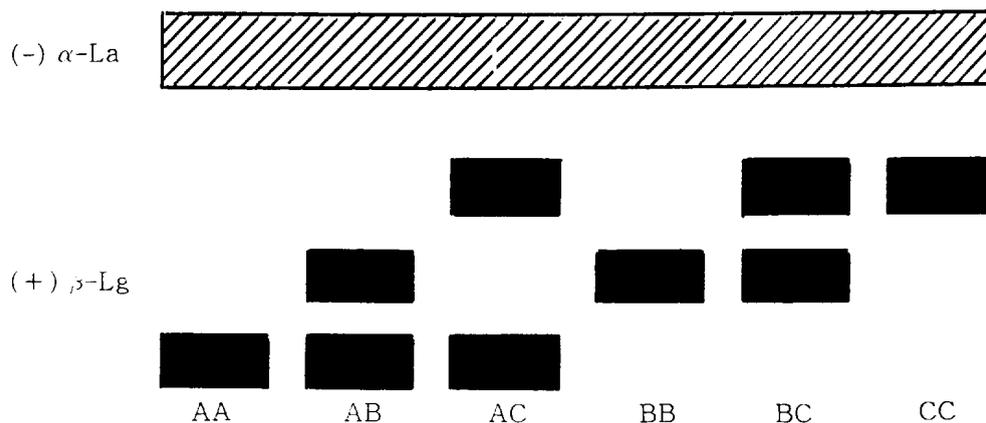


Fig. 4 Schematic diagrams of  $\beta$ -Lg variants in polyacrylamide gel electrophoresis with urea at pH 8.6

Table 4. Observed and expected distribution of  $\beta$ -Lg phenotypes in Holstein cows.

Study	No. of cows		AA	AB	BB
Park. H. S. (1988) (Che-ju)	145 (100)	obs.	50 (34.5)	85 (58.6)	10 (6.9)
		exp.	53.2	83.4	8.4
Han et al(1984) (korea)	138 (100)	obs.	25 (18.1)	73 (52.9)	40 (29.0)
		exp.	27.4	68.2	42.3
Abe et al(1975) (Jap.)	110 (100)	obs.	23 (20.9)	62 (56.4)	25 (22.7)
		exp.	26.5	55.0	28.5
Kiddy et al(1964) (U. S. A.)	87 (100)	obs.	13 (14.0)	44 (50.6)	30 (34.5)
		exp.	14.06	41.84	31.08
Ng-Kwai-Hang et al (1986) (Canada)	1908 (100)	obs.	256 (13.5)	964 (50.5)	687 (36.0)
		exp.	-	-	-

\* ( ) : % .

$\beta$ -Lg의 遺傳的 變異體는 A·B·C 및 D型 등 4種의 對立遺傳子에 의하여 支配되며 國內 (Han 등, 1983) 및 外國에서 調査한 Holstein 種(Abe 등, 1975 : Kiddy 등, 1964 : Aschaffenburg, 1957)은 A 및 B型 2개의 變異體만이 나타나는 것으로 報告되고 있는데, 本 實驗에서도 同一한 結果를 보였다.

表現型의 分布는 hetero인 AB型이 85頭 (58.6%)로 가장 높은 出現頭數를 나타냈고 Homo인 BB型과 AA型은 各各 50頭 (34.5%) 및 10頭 (6.9%)가 觀察되어, Abe 등(1975)의 AB型 62頭 (56.4%), AA型 23頭 (20.9%), BB型 25頭 (22.7%) 및 kiddy 등(1964)의 各各 44頭 (50.6%), 13頭 (14.9%), 30頭 (34.5), Han 등(1984) 73頭 (52.9%), 25頭 (18.1%), 40頭 (29.0%), Ng-Kwai-Hang 등 (1986) 964頭 (50.5%), 256頭 (13.5%), 687頭 (36.0%)와 本 實驗 結果를 比較할때 AB型의 出現頻도가 높은 것은 共通的이었으나, AA型과 BB型에서는 差異를 나타내었다.

다음 各 casein 및 乳清蛋白質의 遺傳子 頻度を 調査한 結果는 Table 5와 같다.

Table 5. Gene frequencies of  $\alpha$ <sub>s1</sub>-CN,  $\beta$ -CN, k-CN and  $\beta$ -Lg in Holstein milk.

Breed	No. of cows	$\alpha$ <sub>s1</sub> -CN			$\beta$ -CN					K-CN		$\beta$ -Lg		
		A	B	C	A	A	A	A	B	C	A	B	A	B
Psrk. H. S. (1988) (Che-ju)	145	0.007	0.948	0.45	0.455	0.466	0.076	0	0.003	0	0.759	0.241	0.421	0.579
Han et al(1984) (Korea)	138	0	0.949	0.051	0.471	0.460	0.040	0	0.029	0	0.728	0.272	0.446	0.554
Abe et al(1975) (Jap.)	110	0	0.991	0.009	0.627	0.355	0.014	0	0.055	0	0.759	0.241	0.491	0.509
Kiddy et al(1964) (U. S. A.)	541	0.083	0.872	0.045	0.490	0.490	0.010	0	0.010	0	0.750	0.350	0.50	0.50
Ng-Kwai-Hang et al(1986) (Canada)	1098	0.002	0.979	0.029	0.054	0.813	0.179	0	0.007	0	0.744	0.256	0.387	0.613

$\alpha$ <sub>s1</sub>-CN 遺傳子 頻度は B型이 0.948로서 매우 높은 反面 C와 A型은 0.045, 0.007로서 낮은 頻度を 나타내었는데, 이러한 結果는 Han 등(1984)이 國內 Holstein 種에서 B型과 C型이 各各 0.949, 0.051이고 AB型은 確認되지 않았으며, Abe 등(1975)의

日本内 Holstein 種은 B型 0.991, C型 0.009로 역시 AB型の 存在를 發見할 수 없었다고 報告한데 反해 本 實驗 結果에서는 0.007로 낮은 頻度이기는 하나 AB型이 나타나 kiddy 등(1974)이 報告한 美國内の 0.083과 연관지어 생각할 때 道内 Holstein 種의 導入源을 推定하는데 도움이 될것으로 사료된다.

$\beta$ -CN은 A<sub>2</sub>型 0.466, A<sub>1</sub>型 0.455, A<sub>3</sub>型 0.007 순으로 A型이 0.997로 거의 대부분을 차지하고, B型은 0.003에 불과하였다. 이와같이 A型的 높은 頻度는 國內에서 Han 등(1984)이 調査한 0.971, 申과 柳 (1988)의 0.985, 日本의 (Abe 등, 1975) 0.995, 美國 (Li와 Gaunt, 1972)의 0.99 및 캐나다 (Ng-Kwai-Hang, 등, 1986)의 0.989와 比較해 볼때 本 實驗 結果와 비슷한 경향을 보여주고 있다.

그러나 A型을 酸 電氣泳動法에 의해 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> 및 A<sub>3</sub>의 3가지 遺傳子를 세분해서 比較하여 보면 Han 등(1984)의 國內 Holstein 種 A<sub>1</sub>型 0.47, A<sub>2</sub>型 0.46 및 A<sub>3</sub>型 0.04와 比較할때 A<sub>1</sub>型和 A<sub>2</sub>型 變異體는 서로 비슷한 수준으로서 높은 頻度を 보였으나, A<sub>3</sub>型은 0.04로 낮았다.

또한 美國의 (Li와 Gaunt, 1972) A<sub>1</sub>型 0.49, A<sub>2</sub>型 0.49, A<sub>3</sub>型 0.01과는 類似하였으나, 日本의 報告 (Abe 등, 1972)인 A<sub>1</sub>型 0.627, A<sub>2</sub>型 0.355, A<sub>3</sub>型 0.014와는 A<sub>1</sub>型이 本 報告보다 훨씬 높아 差異를 나타내었고, B型은 0.003로서 매우 낮은 頻度を 나타내. Han 등(1984) 0.03, Abe 등(1975) 0.05, Li와 Gaunt (1972) 0.01와 비슷한 경향을 보여주었다.

k-CN은 A型的 遺傳子 頻도가 0.759로서 B型的 0.241보다 매우 높게 出現되었다. 이러한 結果는 國內에서 調査한 Han 등(1984)의 0.73과 0.27 및 申과 柳 (1988)의 0.78와 0.22, 日本 (Abe 등, 1975)의 0.76, 0.24, 美國 (Li와 Gaunt, 1972)의 0.75와 0.25, 캐나다 (Ng-Kwai-Hang 등, 1984)의 0.74와 0.26 및 호주의 (McLean, 1984) 0.72와 0.28의 結果와 類似하게 出現되었다.

$\beta$ -Lg의 遺傳子 頻도에 있어서는 A型 0.421, B型 0.579로 B型이 多少 높았으나, 대체로 비슷한 出現頻度を 나타내었다.

이러한 結果는 A와 B型的 頻도에 있어서 Abe 등(1975)의 0.49, 0.51, Han 등(1984)의 0.45, 0.55, 申과 柳 (1988)의 0.45, 0.55와 kiddy 등(1964)의 0.40, 0.60 및 Li와

Gaunt (1972)의 0.50, 0.50에 比하여 비슷한 수준이었다.

以上の結果는 各蛋白質座位의 表現型의 觀察値와 遺傳子頻度로부터 推定되어진 期待値를 Hardy-weinberg 法測에 對한 適合度를  $\chi^2$  檢定한 結果 (Table 6) 有意性없 이 一致하였다 ( $\alpha_{S_1}$ -CN :  $0.99 > P > 0.97$ ,  $\beta$ -CN :  $0.25 > P > 0.1$ , K-CN :  $0.75 > P > 0.5$ ,  $\beta$ -Lg :  $0.95 > P > 0.9$ ).

Table 6. A chi-square test for goodness by the Hardy - Weinberg equilibrium formula.

Polymorphic system	Phnotypes	No. of cows		$\chi^2$	d. f.	Probability
		Observed	Expected			
$\alpha_{S_1}$ -CN	BB	130	130.4	0.03	2	$0.99 > P > 0.97$
	AB	2	2.0			
	BC	13	12.4			
$\beta$ -CN	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	28	30.0	8.4	5	$0.25 > P > 0.1$
	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	24	31.4			
	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	70	61.6			
	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	6	10.1			
	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	16	10.3			
	A <sub>1</sub> B	1	0.5			
K-CN	AB	85	83.4	0.6	2	$0.75 > P > 0.5$
	AA	50	53.2			
	BB	10	8.4			
$\beta$ -Lg	AA	27	25.6	0.13	2	$0.95 > P > 0.9$
	AB	68	70.7			
	BB	50	48.7			

## 2. 遺傳的 變異體와 產乳量 및 乳組成과의 關係

$\alpha_{S_1}$ -CN의 表現型別 1日 平均 產乳量 및 乳組成은 Table 7과 같다.

Table 7. Relationship between  $\alpha_{S_1}$ -casein phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows.

Phenotype	Milk yield (kg)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	S. N. F (%)	T. S. (%)
AB	16.12±1.5	3.55±0.55	3.05±0.31	4.58±0.28	8.54±0.39	12.14±0.80
BB	16.52±2.72	3.57±0.59	3.12±0.23	4.54±0.26	8.54±0.39	12.25±0.86
BC	15.50±2.09	3.69±0.56	3.14±0.32	4.54±0.22	8.56±0.47	12.25±0.70

產乳量은 BB型이 16.52kg, 다음 AB型 16.12kg, BC型 15.50kg 순으로 나타났고, 脂肪, 蛋白質 및 總固形分 含量은 BC型이 3.69%, 3.14 및 12.25%의 높은 경향치를 보였고, AB型이 脂肪과 總固形分 含量에서 3.55%, 12.14%로 낮게 나타났으며, 乳糖과 無脂固形分은 差異가 없었고, 統計分析 結果 有意性은 認定되지 않았다.

이와 관련하여 Ng-Kwai-Hang (1986)은 產乳量에서 BB型은 21.58kg, AB型 21.20kg, BC型 20.35kg 순으로 報告하였고, 脂肪과 蛋白質은 3.80%, 3.47%, BC型이 높았다고 報告하였으나, 統計的인 有意差는 認定되지 않았다. 한편 McLean 등(1984)은 乳量은 BB型, 脂肪과 總固形分은 BC型이 비교적 높은 편이나 統計的인 有意性은 없었다고 報告하였다.

$\beta$ -CN의 遺傳的 變異體의 表現型에 따른 產乳量과 組成分을 分析한 結果는 Table 8에 나타난 바와 같다.

產乳量은  $A_1A_3$ 型이 16.96kg, 다음  $A_2A_3$ 型,  $A_1A_2$ 型,  $A_2A_2$ 型 및  $A_1A_1$ 型 순으로 나타났으며 脂肪과 總固形分은  $A_2A_3$ 型이 3.79%, 12.30%, 蛋白質은  $A_2A_2$ 型이 3.16%로 높게 나타났고  $A_1A_1$ 型이 產乳量 및 組成分에서 대체로 낮게 나타났다.

$\beta$ -CN과 產乳量 및 乳組成과의 연관성에 관하여 Ng-Kwai-Hang 등(1986)은 統計的

Table 8. Relationship between  $\beta$ -casein phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows.

Phenotype	Milk yield (kg)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	S. N. F (%)	T. S. (%)
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	14.57±1.70	3.58±0.28	3.03±0.28	4.62±0.15	8.55±0.32	12.13±0.82
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	15.96±1.87	3.70±0.60	3.13±0.38	4.53±0.25	8.55±0.44	12.25±0.87
A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	16.96±3.30	3.63±0.70	3.02±0.33	4.50±0.37	8.51±0.36	12.14±0.93
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	15.57±2.36	3.64±0.46	3.16±0.32	4.48±0.26	8.46±0.38	12.10±0.69
A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	16.19±2.11	3.79±0.63	3.09±0.25	4.55±0.27	8.51±0.42	12.30±0.80

인 有意差는 없었으나, 産乳量이 높은 表現型은 A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>型 (22.41 kg) 이라고 報告하였고, McLean 등(1984)도 A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>型이 높다고 報告하였다.

한편 Ng-Kwai-Hang (1986)은 A<sub>1</sub>B型的 脂肪과 蛋白質 含量이 3.92%, 3.48%로서 높다고 報告하였고, McLean 등(1984)은 脂肪은 A<sub>2</sub>B型이 높다고 하였다.

Table 9 k-CN의 表現型과 乳量 및 組成成分과의 關係를 나타내고 있다.

Table 9. Relationship between k-casein phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows.

Phenotype	Milk yield (kg)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	S. N. F (%)	T. S. (%)
AA	16.03±3.33	3.62±0.58	3.08±0.35	4.55±0.23	8.53±0.41	12.15±0.85
BB	15.76±2.33	3.70±0.61	3.10±0.32	4.56±0.24	8.56±0.45	12.26±0.86
AB	16.70±2.03	3.55±0.51	3.04±0.32	4.52±0.28	8.47±0.36	12.02±0.92

表現型에 따른 乳量變化는 AB型이 16.70kg, AA型 16.03kg, BB型이 15.76kg 순으로 나타났으며, 組成成分 含量中 脂肪, 蛋白質 및 總固形分 含量은 各各 3.70%, 3.10%, 12.26%로서 BB型이 높은 傾向이었으나, 反面 AB型이 各各 3.55%, 3.04%, 12.02로

낮은 경향을 나타냈다.

k-CN과의 연관성에 관하여는 乳量에 있어서 Komatsu 등(1981)은 AB형이 다른 表現型에 比하여 높은 것으로 報告하였고 그는 특히 k-CN型 間에는 統計的인 有意差가 認定되나, 表現型과 脂肪, 無脂固形分 間에는 일정한 관련성이 認定되지 않았다고 報告하였다. 또한 Ng-Kwai-Hang (1986)도 乳量에서는 AB형이 높고, 脂肪 및 蛋白質은 BB형이 높다고 하였고, 申과 柳 (1988)의 報告도 AB형이 乳量에서 가장 높고 다음 BB형이며 AB형이 總 平均 產乳量보다 10.32%가 많았다고 報告하였다.

乳清蛋白質의  $\beta$ -Lg의 表現型에 따른 乳量 및 組成分을 分析한 結果는 Table 10과 같다.

Table 10. Relationship between  $\beta$ -lactoglobulin phenotype and milk yield or milk composition in Holstein cows.

Phenotype	Milk yield (kg)	Fat (%)	Protein (%)	Lactose (%)	S. N. F (%)	T. S. (%)
AB	16.92±3.65	3.68±0.57	3.12±0.33	4.47±0.27	8.50±0.46	12.18±0.94
BB	15.15±1.72	3.77±0.59	3.10±0.31	4.54±0.28	8.56±0.37	12.33±0.80
AA	15.50±2.09	3.68±0.47	3.09±0.31	4.53±0.20	8.55±0.37	12.22±0.75

統計的인 有意性은 없었으나 產乳量에 있어서 AB형이 16.92kg로 比較적 높았고, AA형 15.50kg, BB형 15.15kg 순이었으며, 脂肪과 總固形分은 BB형이 높았고, 그외 成分은 差異가 없었다.

이와같은 結果는 申과 柳 (1988)가 表現型間에 產乳量은 AB형이 높고, AA형, BB형 순이었다는 報告와 Komatsu 등(1981)이 統計的인 有意性은 認定되지 않았으나, AB의 表現型이 產乳量이 가장 높다고 하였고, Ng-Kwai-Hang (1986)은 產乳量은 AA형이 높고, 脂肪과 casein은 BB형이 높은 反面 總 蛋白質과 乳清蛋白質 含量은 낮다고 報告 하였다.

## IV. 摘 要

濟州道內에서 飼育中인 Holstein 種 145頭의 젖소로부터 乳蛋白質의 遺傳的 變異體를 Polyacrylamide gel 電氣泳動法으로 分離하여 各 表現型의 分布와 遺傳子 頻度を 調査하였고 또한 各 變異體의 表現型과 產乳量 및 牛乳組成과의 연관성을 究明하기 위하여 調査分析한 結果는 다음과 같다.

1. 濟州道內 Holstein 種 乳蛋白質의 遺傳的 變異體는  $\alpha_{S_1}$ -CN이 A·B 및 C의 3型,  $\beta$ -CN은  $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$ 와 B의 4型, k-CN은 A와 B의 2型,  $\beta$ -Lg은 A와 B이 2型의 常染色體上의 共優性對立遺傳子에 의하여 支配되고 있다.

2. 遺傳的 變異體의 分布는  $\alpha_{S_1}$ -CN이 BB型 130頭 (89.7%), BC型 13頭 (9.0%), AB型 2頭 (1.3%)로서 BB型이 가장 높았고,  $\beta$ -CN은  $A_1A_2$ 型 70頭 (48.3%),  $A_1A_1$ 型 28頭 (19.3%),  $A_2A_2$ 型 24頭 (16.6%),  $A_2A_3$ 型 16頭 (11.0%),  $A_1A_3$ 型 6頭 (4.1%),  $A_2B$ 型 1頭 (0.7%), k-CN은 AA型 85頭 (58.6%), AB型 50頭 (34.5%), BB型 10頭 (6.9%)였다. 乳清蛋白質中  $\beta$ -Lg의 遺傳的 變異體는 AB型 85頭 (58.6%), BB型 50頭 (34.5%), AA型 10頭 (6.9%)로 各各 나타났다.

3. 各 座位의 出現頻度は Hardy-Winberg 法則에 대한 適合度を  $\chi^2$  檢定한 結果 有意性없이 一致하였다 ( $\alpha_{S_1}$ -CN :  $0.99 > P > 0.97$ ,  $\beta$ -CN :  $0.25 > P > 0.1$ , k-CN :  $0.75 > P > 0.5$ ,  $\beta$ -Lg :  $0.95 > P > 0.9$ ).

4. 遺傳的 變異體의 遺傳子 頻度を 分析한 結果  $\alpha_{S_1}$ -CN은 B型 0.948, C型 0.045, A型 0.007로서 A型이 가장 높고,  $\beta$ -CN은  $A_2$ 型이 0.466,  $A_1$ 型이 0.455로 頻도가 높은 反面,  $A_3$ 型 0.076, B型 0.003으로 出現率이 낮았다. k-CN은 A型의 遺傳子 頻도가 0.759로서 높았고 B型은 0.241로서 낮았으며,  $\beta$ -Lg은 A型이 0.579로 B型의 0.421보다 약간 높았다.

5. 遺傳的 變異體와 產乳量과의 관련성은  $\alpha_{S_1}$ -CN에 있어서 BB型이 16.52kg로 높고 AA型 16.12kg, BC型이 15.50kg이었으며,  $\beta$ -CN은  $A_1A_3$ 型이 16.59kg로 높았고, 이어

서 A<sub>2</sub>A<sub>1</sub>형, A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>형, A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>형 및 A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>형 순으로 나타났다. k-CN은 AB형이 16.70kg로 높고, 다음 AA형, BB형 이었으며, β-Lg은 AB형이 16.92kg로 높았고 AA형, BB형 순이었다.

6. 遺傳的 變異體와 乳組成은 α<sub>s1</sub>-CN에서 脂肪, 蛋白質 및 總固形分은 BC형이 3.69%, 3.14% 및 12.25%로 높았고, AB형이 脂肪과 總固形分 含量에서 낮았으며, β-CN은 脂肪과 總固形分은 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>형이 3.79%, 12.30%, 蛋白質은 A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>형이 3.16%로 가장 높았으며, k-CN은 脂肪, 蛋白質, 總固形分 含量은 各各 3.70%, 3.10%, 12.20%로서 BB형이 높게 나타난 反面 AB형이 낮게 나타났고, β-Lg은 脂肪과 總固形分은 BB형이 3.77%, 12.33%로 높았다.



## 參 考 文 獻

1. Abe. T., M. Komatsu., T. Oishi and A. Kageyama. 1975. Genetic polymorphism of milk proteins in japanese cattle and european cattle breeds in japan. Jap. J. Zootch. Sci. 46 : 591.
2. Aschaffenburg, R. 1961. Inherited casein variants in cows milk. Nature. 192 : 431
3. Aschaffenburg, R. 1966. Modified procedure of starch gel electrophoresis for  $\beta$ -casein phenotyping. J. Dairy Sci. 49 : 1284.
4. Aschaffenburg, R., A. Sen and M. R. Thompson. 1968. Genetic variants of casein in Indian and frican Zebu cattle. Comp. Biochem. Physiol. 25 : 117.
5. Aschaffenburg, R. and J. Drewry. 1955. Occurrence of different  $\beta$ -lactoglobulin in cows milk. Nature. 176 : 218.
6. Aschaffenburg, R. and J. Drewry. 1957. Genetic of the  $\beta$ -lactoglobulin of cows milk. Nature. 180 : 376.
7. Bell, K. 1962. One-dimensional starch gel electrophoresis and properties of  $\beta$ -lactoglobulin Droughtmaster. Australian J. Sci. 29 : 87.
8. Baker, C. M. A., and C. Manwell. 1980. Chemical classification of cattle. 1. Breed groups. Anim. Blood Groups Biochem. Genet. 11 : 127.
9. Bruhn, J. C., and A. A. Frank. 1977. Monthly variations in gross composition of California herd milk. J. Dairy Sci. 60 : 696.
10. Buchberger, J., F. Kiermerier, O. Kirchrneier, R. Grarnl, and F. Pirchner. 1982. Effect of genetic variants of milk protein on milk composition. Page 40 in XXI Int. Dairy Congr. Brief Commun.
11. Cerbulis, J., and H. M. Farrell, Jr. 1975. Composition of milks of dairy

- cattle. I. Protein, lactose, and fat contents and distribution of protein naction. Dairy Sci. 58 : 817.
12. Comberg, Von. , H. Meyer and M. Groning, Zuchtungskunde, 36 : 248~255. 1964.
  13. Davis, B. J. 1964. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. Ann. N. Y. cad. Sci. , 59 : 994.
  14. Davies, D. T. , and. A. J. R. Law. 1980. The contein and composition of protein on creamery milks in south west Scotland. J. Dairy Res. 47 : 83.
  15. Gaunt, S. N. 1980. Genetic variation in the yields and contents of milk constituents. Int. Dairy Fed. Doc. 125 : 73.
  16. Gordin, S. , R. Volcani, and Y. Birk. 1971. The effects of nutritional level on milk yield and milk composition in cows and heifers. J. Dairy Res. 38 : 287.
  17. Grousclaude, F. , J. Pujolle, J. Garnier and B. Ribaeau-Dumas. 1966. Evriants in proteins of cows milk :  $\alpha_{s1}$ -casein D and  $\beta$ -lactoglobulin D. Ann. Biol. Animal. Biochim. Biophys. 6 : 215.
  18. Han, S. Y. , K. M. Lee, E. Y. Chung and K. J. Jang. 1984. Studies on the genetic polymorphism in milk proteins. I. Genetic variants of  $\alpha_{s1}$ -casein and k-casein. Korean J. Anim. Sci. 26(3) : 212-216.
  19. Han, S. Y. , K. M. Lee, E. Y. Chung and K. J. Jang. 1984. Studies on the genetic polymorphism in milk proteins. II. Genetic variants of  $\beta$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin. Korean J. Anim. Sci. 26(3) : 217-224.
  20. Heanlein, G. F. W, L. H. Schultz, and J. P. Zikakis. 1973. Composition of proteins in milk with varying leucocyte counts. J. Dairy Sci. 56 : 1017.
  21. Hayes, J. F. , K. F. Ng-Kwai-Hang, and J. E. Moxley. 1984. Heritability of milk casein and genetic and phenotype corrclations with production traits. J. Dairy Sci. 67 : 841.
  22. Hoogendoorn, M. P. , J. E. Moxley, R. O. Hawes, and H. F. MacRac. 1969.

- Separation and gene frequencies of blood serum transferrin, casein and lactoglobulin loci of dairy cattle and their effects on certain production traits. *Can. J. Anim. Sci.* 49 : 331.
23. Kiddy, C. A., J. O. Johnston and M. P. Thompson. 1964. Genetic polymorphism in casein of cows milk. I. Genetic control of  $\alpha_{s1}$ -casein variantion. *J. Dairy Sci.* 47 : 147.
  24. Kiddy, C. A., R. F. Peterson and R. C. Kopfler. 1966. Genetic control of the variations of  $\beta$ -casein. *A. J. Dairy Sci.* 49 : 742.
  25. King, J. W. B., R. Aschaffenburg, C. A. Kiddy and M. P. Thompson. 1965. Nonindependent occurrence of  $\alpha_{s1}$ -casein variant of cows milk. *Nature.* 206 : 324.
  26. Komatsu M., K. Yokouchi, T. Abe, S. Ozawa and K. Kitazawa. 1981. Relationships between milk protein genotypes and milk production in Holstein and Jersey cattle. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 52(7) : 493~497.
  27. Li, H. F., and S. N. Gaunt. 1972. A study of genetic polymorphisms of milk  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha_{s1}$ -casein,  $\beta$ -casein, and k-casein in five dairy breeds. *Biochem. Genet.* 6 : 9.
  28. Losi, G., G. B. Castagnetti, and D. Morini. 1979. Le Varianti genetiche della caseina k e attitudine del latte alla coagulazione presamica. II *Latte* 4 : 1.
  29. Marziali, A. S. 1985. Effects of genetic variants of milk proteins on cheese yielding capacity cheese composition and coagulating properties of milk. M. Sc. thesis. Dep. Anim.
  30. Marziali, A. S., K. F. Ng-Kwai-Hang. 1986. Relationships between milk protein polymorphisms and cheese yielding capacity. *J. Dairy Sci.*, 69 : 1193~1201.
  31. McKenzie, H. A. 1971. *Milk proteins II*. Academic Press. New York London. pp. 274.

32. Mellander, O. 1939. Electrophoretische untersuchung von casein. *Biochem. J.*, 300 : 240.
33. McLean, D. M., E. R. Graham, R. W. Ponzoni, and H. A. Mckenzie. 1982. Association between milk protein genotypes and milk yield and composition. Page 54 in XXI Int. Dairy Congr. Brief. Commun.
34. McLean, D. M., E. R. B. Graham, R. W. Ponzoni, and H. A. Mckenzie. 1984. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition. *J. Dairy Res.* 51 : 531.
35. Mityutko, V. E., XIXth int. Dairy Congr., New Delhi. 1E : 43. 1974. (Cited from *Anim. Breeding Abstr.* 44 : 350. 1976.)
36. Morini, D., G. B. Castagnetti, C. Chiavri, L. Grazia, G. Losi, R. Davoli and P. Bosn. 1982. Prova di caseificazione con latte caratterizzato dalle varianti A e B della  $\beta$ -lactoglobulina nella produzione del formaggio parmi-gianno-regiano. *Sci. Tee. Latt.-Cas.* 33(6) : 475.
37. Neelin, D. M. 1964. Variants of k-casein revealed by improved starch gel electrophoresis. *J. Dairy Sci.* 47 : 506.
38. Ng-Kwai-Hang, K. F., J. F. Hayes, J. E. Moxley, and H. G. Monardes. 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 67 : 361.
39. Ng-Kwai-Hang, K. F., J. F. Hayes, J. E. Moxley, and H. G. Monardes. 1984. Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat, and protein production by dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 67 : 835.
40. Ng-Kwai-Hang, K. F. 1986. Relationships between milk protein polymorphisms and major milk constituents in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 69 : 22~26.
41. Osipen'ko, G. Ya and V. E. Mityutko, Sbrnik nauchngkh trudov. Vsesoyuzyi

- nauchno-is-sledovatel'skii institut razvedeniya i genetiki  
selskokozyaistvennikh zhivotnykh. 20 : 125~130. 1973. (Cited from Anim.  
Breeding abstr. 44 : 624. 1976.)
42. Peterson, R. F. and A. M. C. Loffler. 1966. Detection of new types of  $\beta$ -casein by polyacrylamide gel electrophoresis at acid pH : A proposed nomenclature. Biochem. Biophys. Res. Comm. 22 : 388.
  43. Rose, D., J.R. Brunner, E. B. kalan, B.L. Larson, P. Melnychyn, H. E. Swaisgood, and D.F. Waugh. 1970. Nomenclature of the proteins of cows milk : Third revision. J. Dairy Sci. 53 : 1.
  44. Schaar, J. 1984. Effects of k-casein genetic variants and lactation number on the renneting properties of individual milks. Dairy Res. 51 : 397.
  45. Schmidt, D.G. 1964. Starch gel electrophoresis of k-casein. Biochem. Biophys. Acta. 90 : 411.
  46. Semenov, V. A. and E. G. Emelyanov. 1978. XVIth int. Conf. Anim. Blood Grps Biochem. Polymorph. Leningrad, 73.
  47. Sharma, A. K., L. A. Rodriguez, G. Mckonnen, C. J. Wilcox, K. C. Bachman and R. J. Collier. 1983. Climatological and genetic effects on milk composition and yield. J. Dairy Sci. 66 : 119.
  48. 申仁滉, 柳濟炫. 1988. Holstein 種의 牛乳蛋白質型과 產乳量에 관한 研究. 韓畜誌 抄錄 : 13~14.
  49. Storry, J. E., A. S. Grandison, D. Millard, A. J. Owen and G. D. Ford. 1983. Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. J. Dairy Res. 50 : 215.
  50. Swaisgood, H. E., B.L. Larson, E. B. kalan, J.R. Brunner, C. V. Morr and P. M. T. Hansen. 1975. Methods of gel electrophoresis of milk proteins. Am. Dairy Sci. Assoc., Champaign, IL.
  51. Thompson, M. P. 1971.  $\alpha$ <sub>s1</sub>-casein and  $\beta$ -casein, Page 117 in Milk protein,

- Vol. II. H. A. Mckenzie, ed. Academic Press, New York, NY.
52. Thompson, M. P. , C. A. Kiddy, L. Pepper. and L. A. Zittle. 1962. Casein variants in milk from individual cows. J. Dairy Sci. 45 : 650.
  53. Thompson, M. P. , C. A. Kiddy, J. O. Johnston and R. M. Weinberg. 1964. Genetic polymorphism in caseins of cows milk. II. Confirmation of genetic control of  $\beta$ -casein variation. J. Dairy Sci. 47 : 378.
  54. Thompson, M. P. , and H. M. Farrell. 1974. Genetic variants of the milk proteins. Page 109 in Lactation. Vol. 3. B. L. Larson. and V. R. Smith. ed. Academic Press. New York. NY.
  55. Thymann, M. and B. Larsen. 1965. Annual Report, Royal Veterinarian Colleag. Sterility Rearch Institute. Copenhagen. pp. 225.
  56. Wheelock, J. V. 1980. Influence of physiological factors on the yields and contents of milk constituents. Int. Dairy Fed. oc. 125 : 83.
  57. Woychick, J. H. 1964. Polymorphism in k-casein of cows milk. Biochem. Biophys. Res. Comm. 16 : 267.
  58. Zikakis, J. P. , G. F. W. Haenlein, H. C. ines, R. E. Mather, and S. Tung. 1974. Gene frequencies of electrophoretically determined polymorphisms in Guernsey blood and milk. J. Dairy Sci. 57 : 405.

## 謝 辭

本 研究 遂行에 있어 實驗設計에서 부터 論文作成에 이르기까지 모든 實驗與件을 마련해 주시고 始終 아낌없이 指導하여 주신 李賢鍾 教授님께 衷心으로 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 論文을 審査하여 주신 康太淑 教授님, 鄭忠德 教授님께 感謝드리오며 평소 깊은 關心을 가지시고 격려와 助言을 아끼지 않으셨던 畜産學科 모든 教授님께 感謝한 마음을 금할길 없습니다.

또한 乳加工實驗室, 이창근, 양혁, 畜産學科 모든 大學院生, 특히 本 實驗을 처음부터 끝까지 도와준 김하순 양에게 感謝를 표합니다.

끝으로 늘 염려해주신 부모님 은덕을 깊이 간직하며, 모든 뒷바라지와 온갖 精誠과 勇氣를 준 사랑하는 아내 金京順에게 이 論文을 드립니다.

