

電氣傳導度測定에 의한 乳牛 準臨床型 乳房炎의 診斷에 관한 研究

1. 電氣傳導度法과 間接檢診法(CMT 및 總體細胞數)과의 比較

康 炳 奎

全南大學校 農科大學 獸醫學科

(1984. 2. 29 接受)

Studeis on the Diagnosis of Subclinical Mastitis in Cows by the Measurement of the Electrical Conductivity: 1. Comparison of Various Methods of Handling Conductivity Data with the Use of California Mastitis Test and Direct Somatic Cell Count

Byong-kyu Kang

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture

Chonnam National University

(Received February 29, 1984)

Abstract: A total of 466 foremilk from dairy farms in Chonnam district was examined for the subclinical mastitis over a period of one year, using a method of the electrical conductivities(EC); absolute conductivity(AC) and differential conductivity(DC) and quarter difference value(QD), in relation to the California mastitis test(CMT) and the direct somatic cell count(DSCC). The compatibility and efficiency rating between the EC values and the other screening tests was conducted. Obtained results are summarized as follows.

1. A linear relationship was found between the EC values and the CMT scores and direct somatic cell counts and it was found that electrical conductivity measurements were comparable with other screening tests for diagnosing animals with mastitis.

2. Compatibilities between the EC and CMT were 70.4% in AC, 74.6% in DC and 70.7% in QD, and that of the EC and DSCC were 53.0% in AC, 63.1% in DC and 53.2% in QD. On the other hand, relative efficiency ratings of Postle's equation between EC and CMT were 37.3% in AC, 26.5% in DC and 13.6% in QD, and that of the EC and DSCC were 33.1% in AC, 20.2% in DC and 11.9% in QD.

3. In the foremilk samples collected from damaged quarters determined by EC, the false positive rate was higher than the false negative rate, and consequently tests of EC produced lower compatibility or efficiency rating scores. These tendencies suggested that any factors other than the mastitic condition influencing the EC values might be existed.

緒 論

우리나라 혹은 諸外國에서 많은 乳牛群에서 실시된 乳房炎의 調査結果에 의하면 약 半數의 乳牛 또는 總分房數의 20~75%에 準臨床型乳房炎(慢性 또는 潛在性乳房炎)이 檢出되어진다고 한다.^{16,23,29,30,31,33~35}

乳房에 炎症이 존재할 경우 그 脈管系의 透過性變化는 血漿成分의 滲出을 일으켜 그 結果 乳汁중의 無機이온 특히 NaCl 濃度가 증가하며^{3,12,15,21,37,38}, 따라 乳汁의 電氣傳導度(electrical conductivity, EC)는 乳管및 乳腺組織障害의 정도를 나타낸다.^{9,12,15,21}.

1947年 Davis⁶는 乳房炎의 診斷에 EC測定을 試圖한 바 있었으나, 正常乳의 EC値가 일정하지 않다는 이유로 널리 이용되지 못하였다. 그러다가 1968年 Greatrix 등¹⁰에 의하여 4個分房乳汁에 대한 EC値의 동시비교가 유효함이 알려졌고, 이를 전유하여 乳房炎診斷을 위한 EC測定의 實用化를 위한 검토가 Linzell 및 Peaker^{13,15}, Linzell 등¹⁴, Davis⁶, Woolford 및 Williamson²⁸, Oshima^{17~19}, 大島 등³⁶과 Fernando 등⁸에 의하여 報告된 바 있다. 그런데 乳汁成分濃度는 乳房炎은 물론 秀節, 産次, 乳期, 飼養條件과 全身性疾患에 의하여 變動됨이 지적되어져 있으나,^{1,2,11,12,25~27} EC値와의 직접적인 상호관련성에 대하여 관찰한 報告는 많지 아니하다. 한편 正常乳汁과 乳房炎乳汁에 대한 EC의 限界値도 報告者에 따라 差異가 있다.^{15,21}. 이상과 같이 EC測定이 乳房炎의 診斷에 實用化되어가고 있는 단계이기는 하나 앞으로 이의 응용을 위해서는 乳汁成分濃度の 變動要因과 관련된 측면에서 보다 많은 知見의 확립이 요망되고 있는 실정이다.

本 研究는 乳房炎診斷을 위한 EC測定의 野外應用性을 검토할 목적으로 우선 全南地域에서 사육되고 있는 乳牛의 分房前乳를 대상으로 各種 EC値 즉 絕對傳導度, 相對傳導度와 分房間差値를 測定計算하여 이를 캘리포니아乳房炎診斷法(CMT) 및 總體細胞數計算法에 의한 診斷結果의 一致率(判定適合率)과 또한 각 診斷方法間의 反應效率를 比較調査하였다.

材料 및 方法

牛乳試料: 1981年 3月부터 약 1年間 全南地域의 21個 牧場에 사육되고 있는 홀스타인種 121頭에서 채취한 466個分房前乳를 試料로 하였다. 그 産次와 分娩後 經過日數는 Table 1과 같다.

試料는 오전착유시 常法에 따라 乳頭를 세척하여 착유기를 장착하기 전에 몇번의 유즙은 짜내어 버린 다음, 약 30ml의 前乳를 평균용기에 각 分房別로 채취하여 냉

Table 1. Lactation number and postpartum days when cows were examined

Lactation number	Number of cows	%	Days postpartum	Number of cows	%
1	41	33.9	1-30	19	15.7
2	31	25.6	31-90	13	10.7
3	22	18.2	91-150	18	14.9
4	13	10.7	151-210	16	13.2
5	5	4.1	211-270	23	19.0
6	1	0.8	271-300	6	5.0
7	1	0.8	301-	18	14.9
Unknown	7	5.9	Unknown	8	6.6
Total	121	100.0	Total	121	100.0

온상태로 실험실에 운반하여 다음 실험방법의 순으로 검사하였다.

CMT: Schalm法²⁴으로 PL-tester試藥(日本全業工業 KK)을 사용하여 判定表에 따른 凝集의 정도로 判定하였다.

總體細胞數計算(Direct somatic cell count, DSCC): Breed法²⁴으로 染色은 Broad-hurst-paley 3段染色法으로 실시하였다.

電氣傳導度(Electrical Conductivity, EC): 약 20 ml의 乳汁試料를 恒溫水槽중에서 40°C로 가온하여 Electrical Conductometer (Takemura Electric Works, Japan)로 實測值(L)를 읽고, 絕對傳導度(Absolute Conductivity, AC)는 $AC(m\text{ mho/cm}) = 12.5 \times L$ (實測值)로 환산하여 $10^{-3}m\text{ mho}$ 單位의 電氣比傳導도로 나타내었다. 相對傳導度(Differential Conductivity, DC)는 Linzell 및 Peaker¹⁴의 記述에 따라 각 個體의 4個分房의 AC値 중에서 最少値로 나머지 3個分房의 AC値를 나누어 얻은 數値로 나타내었다. 分房間差值(Quater Difference value, QD)는 Oshima¹⁷의 記述에 따라 4個分房의 AC値 중 最少値를 그 個體의 正常値로 보고 나머지 3個分房의 AC値에서 最少値를 빼낸 數値로 나타내었다. 단 乳房炎에 대한 陽性判定限界는 AC値는 53.0 m mho/cm(以下 m mho) 이상,¹⁵ DC値는 1.15 m mho 이상¹⁵ 그리고 QD値는 15.0 m mho 이상^{17,36,39}으로 하였다.

判定適合率(Compatibility)과 反應效率(Efficiency rating)의 比較: CMT 및 DSCC의 각 反應級別에 대한 EC値의 平均値를 比較하였고, 判定適合率은 각 診斷方法에 따르는 乳房炎陽性 및 陰性例數의 一致率로 比較하였다. 反應效率는 Ewbank⁷와 Postle²²의 記述에 따

다음 關係式과 같은 乳房炎檢診法의 反應効率計算으로 비교하였다.

$$\text{反應効率} = \frac{(\text{眞正陽性率}) - (\text{疑陽性率})}{2} - \frac{(\text{眞正陰性率}) - (\text{疑陰性率})}{2}$$

結 果

EC值와 CMT의 關係

分房前乳 466例의 EC值(AC, DC, QD值)와 CMT值와의 關係는 Fig. 1 및 Table 2에 나타내었다.

CMT의 凝集反應(-)(±)를 乳房炎陰性, (+)~(4+)를 陽性으로 구분하여 AC值의 분포를 보면, CMT陰性例는 13.0 m mho 부근에서 나타나기 시작하여 그 대부분이 53.0 m mho 이하의 범위에 내 있었다. 한편 CMT陽性例는 33.0 m mho에서 나타나기 시작하여 특히 43.0 ~ 63.0 m mho 부근에 집중되어 있었다(Fig. 1).

Table 2는 CMT凝集反應級數에 따르는 AC, DC 및 QD值의 平均値를 구하여 비교한 것으로서 CMT凝集反應級數의 증가에 따라 각각의 EC值도 상승함이 인정되었다. 그런데 AC 및 QD平均値는 CMT(4+)에서 각각 63.8, 16.8 m mho로서 乳房炎陽性限界値 이상에 속하여 있었으나 DC平均値는 1.4 m mho로서 그 限界値 이하에 속하여 있었다.

EC值와 DSCC의 關係

分房前乳 466例의 EC值(AC, DC, QD值)와 DSCC와의 關係는 Fig. 2 및 Table 3과 같다.

DSCC의 體細胞數 50萬/ml 이하를 乳房炎陰性 그리고 그 이상을 陽性으로 구분하여 AC值의 분포를 보면 Fig. 2에서 보는 바와 같이 DSCC陰性例는 13.0~63.0 m mho까지의 넓은 범위내에 있었고, DSCC陽性例는 33.0 m mho 부근에 나타나기 시작하여 100.0 m mho 이하에 속하여 있었으나, DSCC陽性例 중에는 AC陽性限界値인 53.0 m mho 이하에 상당한 例數가 포함되어 있

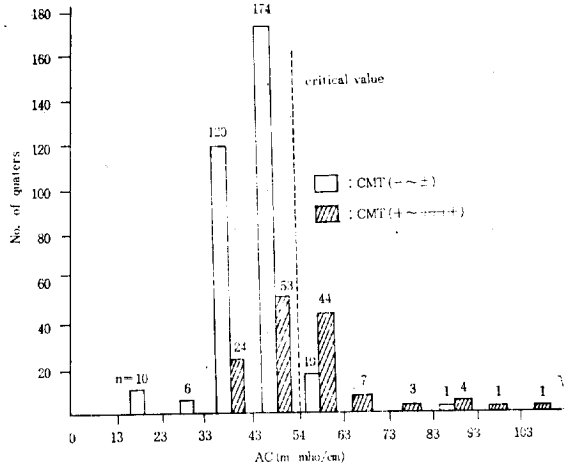


Fig. 1. Distribution of absolute conductivity(AC) in relation to the California mastitis test(CMT) on 466 foremilk samples of cows in Chonnam district.

었다.

DSCC級別에 따르는 AC, DC 및 QD值의 平均値는 Table 3에서와 같이 體細胞數의 증가에 따라 EC值의 상승경향은 인정되나 DSCC乳房炎陽性限界와 반드시 일치되는 결과는 보이고 있지 아니하였다.

判定適合率의 比較

EC值(AC, DC, QD值)와 CMT 및 DSCC間의 乳房炎診斷의 判定適合率을 비교한 結果는 Table 4와 같다. 먼저 CMT와의 一致率은 AC가 70.4%, DC는 74.6% 그리고 QD에서 51.9%로 나타났다. 그런데 乳房炎陰性例에서 同陽性例보다 그 判定適合率이 높았다.

EC와 DSCC間의 判定適合率은 AC가 53.0%, DC에서 63.1% 그리고 QD가 53.2%로 CMT間의 判定適合率보다 낮은 結果를 보였고 또 乳房炎陰性例가 同陽性例에

Table 2. The relationship between the electrical conductivities (EC) and California mastitis test (CMT) scores of 466 foremilk samples of cows in Chonnam district

EC (m mho/cm)	CMT score					
	-	±	+	++	+++	++++
AC	43.2±7.1*	47.5±7.5	45.5±5.5	50.6±10.4	50.0±8.6	63.8±13.5
n=466	275	55	36	30	30	40
DC	0.5±0.6	1.1±0.3	1.3±0.2	1.2±0.2	1.2±0.2	1.4±0.3
n=466	284	54	34	28	37	29
QD	1.9±2.8	5.1±8.0	4.0±3.2	7.7±9.4	8.4±7.6	16.8±14.2
n=466	280	53	37	30	35	31

*Mean±S. D.

AC : Absolute conductivity, DC : Differential conductivity, QD : Quater difference.

Table 3. The relationship between the electrical conductivities (EC) and direct somatic cell counts (DSCC) of 466 foremilk samples of cows in Chonnam district

EC (m mho/cm)	DSCC (cell count x 10 ⁴ /ml)						
	1~9	10~14	15~29	30~49	50~99	100~999	1000 over
AC	39.9±6.5*	42.2±9.1	45.8±9.6	46.8±5.4	51.3±10.6	52.5±10.4	77.1±25.3
n=466	183	46	70	36	47	78	6
DC	0.5±0.4	1.1±0.2	1.2±0.2	1.1±0.2	1.2±0.1	1.2±0.2	1.4±0.4
n=466	179	49	71	33	48	72	14
QD	1.5±2.0	5.4±8.5	5.5±4.5	4.2±2.3	6.2±4.7	9.5±9.4	23.1±21.8
n=466	179	51	71	32	46	77	10

*Mean±S.D. AC : Absolute conductivity, DC : Differential conductivity, QD : Quater difference.

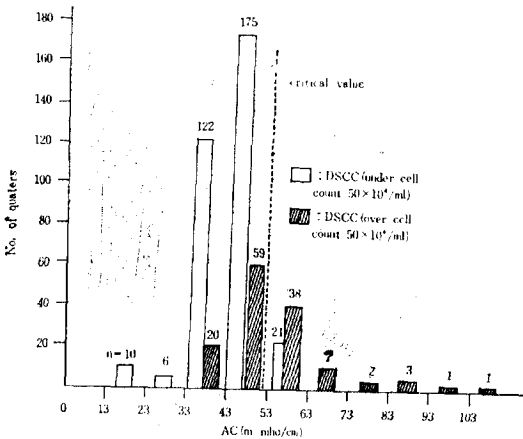


Fig. 2. Distribution of absolute conductivity (AC) in relation to the direct somatic cell count (DSCC) on 466 foremilk samples of cows in Chonnam district.

서보다 그 判定適合率이 높은 것은 CMT의 경우와 비슷한 結果를 보이고 있었다.

反應效率의 評價

EC와 CMT 및 DSCC間的 反應效率를 비교검토한 結果는 Table 5와 같다.

EC와 CMT間的 反應效率는 AC에서 37.3%, DC가 26.5% 그리고 QD가 13.6%였고 또 DSCC間에서는 AC가 33.1%, DC가 20.2% 그리고 QD가 11.9%이었다. 그런데 乳房炎陽性例 중에 疑陽性區分에 해당되는 例數가 많았던 것이 反應效率이 낮은 結果를 초래하고 있었다.

Table 4. Compatibility evaluation of the electrical conductivities (EC) compared with the California mastitis test (CMT) and direct somatic cell count (DSCC) of 466 foremilk samples of cows in chonnam district

EC	Sample number	Division of results (%)		Compatibility* ^b	
		Negative* ^a	Positive* ^a	Sample number	%
CMT					
AC	466	95.3	35.4	328	70.4
DC	418	91.2	33.4	312	74.6
QD	418	99.3	10.7	217	51.9
	Mean%	95.3	26.5	Mean%	65.6
DSCC					
AC	466	91.4	58.6	247	53.0
DC	374	79.6	50.2	236	63.1
QD	374	98.5	28.2	199	53.2
	Mean%	89.8	45.7	Mean%	56.4

*a : Indicates agreement or disagreement with CMT and DSCC. Minimum scores considered as positive for the tests were : CMT, one plus (+); DSCC, 500,000/ml

*b : Compatibility was calculated with the result of agreement and disagreement between the diagnostic method for mastitis.

AC : Absolute conductivity, DC : Differential conductivity, QD : Quater difference.

考 察

牛乳中の Na, Cl, K, 乳糖과 같은 電解質濃度 상호 간의 관계에 대하여는 이전부터 많은 연구가 되어 왔다.

Table 5. Relative efficiency rating of electrical conductivities (EC) compared with the California mastitis test (CMT) and direct somatic cell count (DSCC) of 466 foremilk samples of cows in Chonnam district

EC	Sample number	Division of positive results (%)			Division of negative results (%)			Efficiency rating* ^b
		Number positive	True* ^a	False**	Number negative	True* ^a	False* ^a	
CMT								
AC	466	136	43.4	56.6	330	93.9	6.1	37.3
DC	466	128	36.0	64.1	338	90.5	9.5	26.5
QD	466	133	12.8	87.2	333	98.8	1.2	13.6
DSCC								
AC	466	131	39.7	60.3	335	93.4	6.6	33.1
DC	466	134	32.1	67.9	332	89.2	10.8	20.2
QD	466	133	12.8	87.2	333	99.1	0.9	11.9

*^a: Indicates agreement or disagreement with the CMT and DSCC. Minimum scores considered as positive for the tests were: CMT, one plus(+); DSCC, 500,000/ml.

*^b: Efficiency rating determined by Postle's equation:

$$\frac{(\% \text{ true positive} + \% \text{ true negative}) - (\% \text{ false positive} + \% \text{ false negative})}{2}$$

AC: Absolute conductivity, DC: Differential conductivity, QD: Quater difference.

Barry 및 Rowland³⁾는 正常乳 및 乳房炎에 걸린 分房乳와 血清에 대하여 주로 Na, Cl, K濃度を 측정하여 牛乳의 Na와 Cl, K 그리고 Cl, Na와 K濃度間에 뚜렷한 相關이 있었다고 하였다. 本 研究에서 EC測定에 대한 CMT, DSCC 각 방법간의 判定適合率과 反應效率을 비교하려 했던 근거는 牛乳의 電氣傳導도와 體細胞數는 正의 相關($r=0.48\sim0.99$)^{21,37~39)}이 있고 또 CMT와 體細胞數의 區間推定에서 CMT(-)(+) 때의 體細胞數는 50~60萬/ml³⁹⁾이었다는 데 있다.

Table 2에 나타낸 바와 같이 EC値와 CMT値間에 있어서는 CMT反應級別의 증가에 따라 EC値의 直線의 上升경향을 이고 있다. 이러한 結果는 大島 등,^{36,28)} 平田 등⁴¹⁾의 結果와 一致하였다. 그러나 Table 4에서 보는 바와 같이 判定一致率에 있어서는 大島 등^{36,38)}과 또 國內觀察例에서 報告된 朴 등³²⁾의 結果보다는 一致率이 낮은 結果를 보이고 있었다. CMT가 그 方法에 있어서 主觀的判斷에 좌우되는 일이 있기 때문에 다소 一致率에는 差異가 있으리라 생각된다. 그런데 大島 등³⁷⁾도 CMT(-)에서 QD値가 0.0~11.0 m mho의 범위를 넘었고 또 CMT(-)일지라도 QD値에 의한 乳房炎陽性例로 判定된 경우가 약 71%였다는 보고도 있다. Table 4에서 나타낸 바와 같이 EC와 CMT間의 判定適合率은 AC가 70.4%, DC가 74.6% 그리고 QD가 51.9%이었는데 大島³⁹⁾의 QD와 CMT間의 一致率 96%와는 현저히 낮은 結果를 보이고 있다. 이러한 一致率에 큰 차이를 보인

카닭이 大島³⁹⁾의 觀察例는 分房乳인데 대하여 여기에서는 分房前乳이었다는 데에 그 카닭이 있다고는 볼 수 없는 듯하다. 왜냐하면 같은 分房에서 채취한 分房前乳과 分房乳의 電氣傳導도는 分房前乳에서 약간 높기는 하나 그 차이는 적었다는 報告⁴⁰⁾가 이를 뒷받침한다.

EC値와 CMT値間에 그 判定結果에서 일치하지 않는 경우가 있을 수 있는 카닭을 생각하여 본다면 우선 分房乳의 電氣傳導도의 상승은 分房乳에 혼입된 滲出液에 基因됨에 반하여, CMT는 牛乳중에 血管系로부터 遊走移行되어 온 白血球에 基因하기 때문이며 또한 乳房內에서 炎症에 수반하는 滲出的 過程과 白血球의 遊走過程에 時間的差異가 있다면 診斷方法間에 일치하지 않을 경우가 있을 수 있다고 생각할 수 있다.

EC와 DSCC間에서도 前述한 CMT間에서와 그 경향은 비슷하였고 또 判定適合率과 反應效率은 CMT間에서 보다 약간 낮은 結果를 보였다(Fig. 2 및 Table 3,4,5). Linzell 및 Peaker¹⁵⁾는 電氣傳導도와 體細胞數를 관련시키는 데 대하여 그 原理가 다르며 이는 非論理的이라고 指摘한 바 있다. 반면 平田 등⁴¹⁾은 電氣傳導도와 體細胞數는 正의 相關을 나타내고 있었다고 하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 體細胞數는 증가에 따라 각 EC値도 증가함은 平田 등⁴¹⁾의 結果와 동일한 경향을 인정할 수 있으나 DSCC陽性例 중에 判定結果에서 일치하지 않는 結果는 CMT에서와 같다.

Linzell 및 Peaker¹⁵⁾는 乳房內에 感染을 일으킨 細菌

의 種類에 따라 牛乳의 電氣傳導度值에 차이가 있을 것이라고 推論하였다. 또한 朴 등³²⁾은 菌分離와 電氣傳導度測定과의 비교에서 菌分離性이나 電氣傳導度值에서는 陰性인 경우가 26%였다고 報告한 바 있다. 한편 Oshima¹⁹⁾는 産次가 거듭할수록 QD值가 적은 分房이 접하는 비율이 감소함을 보았으며 또 Blanchard 등,⁴⁾ Parkie 등²⁰⁾과 Waite 등²⁶⁾은 産次의 증가에 따라 乳固形分 含量이 감소함을 보았다. 그리고 大島 등,³³⁾ 原因 및 直江⁴⁰⁾는 乳房炎에 걸린 牛乳에서는 NaCl分房間差值가 커짐에 따라 乳糖含量과 無脂固形分量도 동시에 감소한다고 하였다. 그리고 Linzell 및 Peaker¹⁵⁾는 비록 數例의 觀察이었지만 乳房內에 抗生劑를 주입하였을 때에 그 電氣傳導度の 상승을 보인 例가 있음을 報告한 일이 있다.

Postle²²⁾은 CMT와 DSCC間의 反應効率は 分房乳에서는 83%, 바깥쓰乳에서는 56%이었다고 하였다. Table 5에서 보는바와 같이 AC와 CMT 및 AC와 DSCC間의 反應効率は 각각 37.3% 및 33.1%로 그 効率성이 낮은 結果를 보이고 있었다. 이는 물론 Linzell 및 Peaker¹⁵⁾의 指摘처럼 乳房炎檢診方法에 있어서 그 原理上의 差異도 그 한 理由이었다고 생각된다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 本檢討의 對象이 産次가 1~7産, 分娩後經過日數도 1~300日間에 걸친 多様な 乳期에 해당되며 또 抗生劑의 사용여하는 考慮치 않았다는 野外現場에서의 乳試料였다.

以上 여러가지 理由가 判定適合率과 反應効률에 影響을 미쳤으리라 생각되며 牛乳의 電氣傳導度值는 여러가지 變動要因이 關여됨이 示唆되어진다. 이런 點은 앞으로 野外現場에서의 知見이 더욱 쌓여져야 하리라 생각된다.

結 論

準臨床型 乳房炎檢診을 위하여 全南地方에 飼育中인 乳牛群에서 약 1年間에 걸쳐 466例의 分房前乳를 對象으로 電氣傳導度(EC; 40°C, 10⁻³m mho/cm)를 測定하여 CMT 및 細胞數와의 關聯性을 주로 判定適合率과 反應効률로 比較하였다. 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 電氣傳導度值의 上昇에 따라 CMT值와 體細胞數도 增加의 傾向을 보여 分房前乳의 電氣傳導度 測定이 準臨床型 乳房炎의 野外診斷에 有效하게 應用될 수 있음을 알았다.

2. 診斷法間의 判定適合率은 電氣傳導도와 CMT間에서는 絶對傳導도가 70.4%, 相對傳導도가 74.6% 그리고 分房間差에서 70.7%이었고 또 總體細胞計算法間에

서는 각각 53.0%, 63.1%, 53.2%를 나타내고 있었다.

診斷法間의 反應効率は 電氣傳導도와 CMT間에는 絶對傳導도가 37.3%, 相對傳導도가 26.5% 그리고 分房間差에서 13.6이었고 또 總體細胞計算法間에서는 각각 33.1%, 20.2%, 11.9%를 나타내고 있었다.

3. 障害가 內在되었다고 推定되는 分房前乳에서 電氣傳導度值과 CMT 및 體細胞數間에 一致되지 않은 分房例數가 포함되어 있어 乳房炎以外的 原因에 의한 電氣傳導度の 變動이 있음을 알 수 있었다.

參 考 文 獻

1. Ali, E., Znthorny, A., Andrews, T. and Cheesenan, G.C.: Influences of elevated Somatic cell count on casein distribution and cheese-making. *J. Dairy Res.* (1980) 40 : 393.
2. Ashworth, U.S., Forster, T.L. and Luedecke, L.: Relationship between California Mastitis test reaction and composition of milk from opposite quarters. *J. Dairy Sci.* (1967) 50 : 1078.
3. Barry, J.M. and Rowland, S. J.: Variations in the ionic lactose concentrations of milk. *Biochem. J.* (1953) 54 : 575.
4. Blanchard, R. P., Freeman A. E. and Spike, P. W.: Variation in lactation yield of milk constituents. *J. Dairy Sci.* (1966) 49 : 953.
5. Davis, J.G.: *Dairy Indus.* (1947) 12 : 35. (cited from reference 12).
6. Davis, J.G.: The detection of subclinical mastitis by electrical conductivity measurements. *Dairy Indus.* (1975) 40 : 286.
7. Ewbank, K.: An evaluation of the California mastitis test and the Negretti field test as indicators of subclinical bovine mastitis. *Vet. Rec.* (1962) 74 : 1017.
8. Fernando, R. S., Rindsig, R. B. and Spahr, S. L.: Effect of length of milking interval and fat content on milk conductivity and its use for detecting mastitis. *J. Dairy Sci.* (1981) 64 : 678.
9. Fleet, I. R., Linzell, J. L. and Peaker, M.: The use of an autoanalyzer for the rapid analysis of milk constituents affected by subclinical mastitis. *Br. Vet. J.* (1972) 128 : 297.
10. Greatrix, G.R., Quayle, J.C. and Coombe,

- R. A.: The detection of abnormal milk by electrical means. *J. Dairy Res.* (1968) 35 : 213.
11. Harmon, R. J., Schanbacher, F. L., Ferguson, L. C. and Smith, K. L.: Concentration of lactoferin in milk of normal lactating cows and changes occurring during mastitis. *Am. J. Vet. Res.* (1975) 36 : 1001.
 12. Kichen, B. J.: Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis; milk compositional changes and related diagnostic tests. *J. Dairy Res.* (1981) 48 : 167.
 13. Linzell, J. L. and Peaker, M.: Day-to-day variation in milk composition in the goat and cow as a guide to the detection of subclinical mastitis. *Br. Vet. J.* (1972) 128 : 284.
 14. Linzell, J. L., Peaker, M. and Rowell, J. G.: Electrical conductivity of foremilk for detecting subclinical mastitis in cows. *J. Agric. Sci. Camb.* (1974) 83 : 309.
 15. Linzell, J. L. and Peaker, M.: Efficacy of the measurement of the electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows: detection of infected cows at a single visit. *Br. Vet. J.* (1975) 131 : 447.
 16. Newbould, F. H. S.: Microbial diseases of the mammary gland. In *Lactation, A comprehensive treatise*, Larson, B. L. and Smith, V. R. editors. Academic Press, New York and London. (1974) p. 269.
 17. Oshima, M.: Detection of abnormal quarter milk by the quarter difference of the electrical conductivity and its theoretical basis. *Jap. Agr. Res. Quat.* (1977) 11 : 239.
 18. Oshima, M.: Physiological significance of variation in the electrolyte concentration in cow's milk. In *Physiology of mammary glands*, Yokohama, A., Mizuni, H. and Nagasawa, H. editors, *Jap. Sci. Soc. Press. Tokyo.* (1978) p. 363.
 19. Oshima, M.: Aspects of subclinical mastitis in a dairy herd observed by the quarter difference value of electrical conductivity. *Jap. J. Vet. Sci.* (1982) 44 : 1007.
 20. Parkie, M. R., Gilmore, L. O. and Fehcheimer, N. S.: Effect of successive lactation, gestation and season of calving on constituents of cow's milk. *J. Dairy Sci.* (1966) 49 : 1410.
 21. Peaker, M.: The electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows: Composition of various methods of handling conductivity data with the use of cell counts and bacteriological examination. *Br. Vet. J.* (1978) 134 : 308.
 22. Postle, D. S.: Comparisons of mastitis screening test results from quarter, bucket and bulk milk sample. *J. Milk Food Technol.* (1967) 30 : 7.
 23. Roberts, S. J., Meek, A. M., Natzke, R. P., Guthrie, R. S. Field, L. E., Merrill, W. G., Schmidt, G. H. and Everett, R. W.: Concepts and recent development in mastitis control. *J. Am. Med. Assoc.* (1969) 155 : 157.
 24. Schalm, O. W., Carroll, E. J. and Jain, N. C.: *Bovine mastitis.* Lea and Febiger, Philad. (1971).
 25. Shulz, L. H.: Somatic cells in milk, physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. *J. Food. Prot.* (1977), 40 : 125.
 26. Waite, R., White, J. C. D. and Robertson, A.: Variation in the chemical composition of milk with particular reference to the solid-not fat. 1. The effect of stage of lactation, season of year and age of cow. *J. Dairy Res.* (1956) 23 : 65.
 27. Waite, R. and Blackburn, P. S.: The chemical composition and the cell count of milk. *J. Dairy Sci.* (1957) 24 : 328.
 28. Woolford, M. W. and Williamson, J. H.: The electrical conductivity of milk as a diagnostic of subclinical mastitis. *Dairy production from pasture. N. Z. Soc. Anim. Prod.* (1982) 114.
 29. 金鍾冕, 郭沃勳: 全北地方젖소의 異常乳 發生狀況과 原因菌에 關한 研究. *大韓獸醫學會誌* (1975) 15 : 315.
 30. 金洪洙, 洪淳國, 蘇景宅, 韓弘票: 忠南地域乳牛乳房炎의 感染率 및 原因菌에 關한 研究. *大韓獸醫學會誌* (1974) 14 : 91.
 31. 羅鎮洙, 康炳奎: 全南地域乳牛乳房炎의 疫學的 調查 研究. 1. 原乳中의 細菌數 및 乳房炎檢診結果. 大

- 韓獸醫學會誌(1975) 15 : 83.
32. 朴龍浩, 金錦華, 安壽煥, 金東或 : 傳導率測定法(A-HI Mastitis Detector)을 이용한 乳房炎診斷의 野外適用試驗. 大韓獸醫學會誌(1982) 22 : 273.
33. 손봉환, 김호민, 진홍환, 김두창 : 京畿地域의 乳牛 乳房炎에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌(1974) 14 : 99.
34. 송기홍, 조중현, 홍순동 : 경기도지역의 유우유방염에 관한 조사. 大韓獸醫學會誌(1974) 15 : 109.
35. 鄭昌國, 韓弘稟, 鄭吉澤 : 우리나라 젖소乳房炎의 原因菌의 疫學的調查 및 治療에 관한 研究. 大韓獸醫學會誌(1970) 10 : 39.
36. 大島尙, 布施洋, 石井忠雄 : 分房乳의 電解質濃度 ; 特に Na+Cl値의 分房間差值による 正常乳의 判別について. 畜産試驗場研究報告(1974) 28 : 17.
37. 大島正尙, 布施洋, 石井忠雄 : 分房乳中の natrium と chlor濃度の増加とそれに伴う 電氣保導度と 水素 ion濃度の變化および CMT scoreとの 關連について. 曰畜會誌(1974) 45 : 644.
38. 大島正尙, 布施洋, 石井忠雄 : 分房乳中の natrium と chlor濃度の 増化とそれに伴う他の 乳成分濃度の變化について. 曰畜會誌(1974) 45 : 543.
39. 大島正尙 : 電氣傳導測定による異常分房乳의 檢出. 畜産の研究(1976) 30 : 21.
40. 原田英雄, 直江俊郎 : 正常乳における 電氣傳導度と 無脂固形分含量との關係. 畜産の研究(1981)35 : 84.
41. 平田敏雄, 藤田正光, 添田茂, 大川美佐, 佐佐木康夫 : 電氣傳導度とCMT法について. 家畜診療(1982) 230 : 27.