記録的に暑かった 1978 年夏の個体乳成分の 変化について

大島正尚・布施 洋・石井忠雄

農林水産省畜産試験場，千葉市 280

(1979. 3. 1 受付)

1978 年の夏に日本列島は，記録的な猛暑と早ばつに見舞われた。千葉県気象月報によれば当県においてもこの夏は記録的な異常気象で「平年より 12 日も早い」7 月 4 日の梅雨明けに続いて，「7 月中は平均気温は甚だ高く，日照時間は甚だ多く，降水量は甚だ少なく」，これらは第 2 位の順位となる異常な観測値であった。ひき続いて 8 月には，「無降水最大継続日数は 32 日間つき（8 月 2 日から 9 月 2 日）明治 20 年以来の第 1 位を記録する異常気象」が観測された。このような異常な暑さの後で 9 月に入ると，3 日には「県内全域にわたり恵みの雨が降」り，9 月を通じて平均気温は平年よりもやや低く，日照時間もやや少なく，降水量もほぼ平年並みの気候にもどった¹⁾。（表 1 参照）

牛乳品質が夏期に低下する問題は，広く関心がもたれており，とくに無脂固形分の低下は，实际的に，また学術的に問題とされている²⁻⁴⁾。そこでこのような異常な夏の暑さが，当試験場の年間を通して安定した条件のもとに飼養されている乳牛個体の乳成分に対して，どのような影響を与えるかを調べることは興味ある問題と思われた。

ちょうど当年は当試験場のほぼ全搾乳牛を対象にして，原則として月 2 回全分房の前搾り乳試料を採取し，乳房炎について CMT と伝導度の分房間差による検査⁵⁾を行ない，その際に経常的に個体ごとの正常な前搾り乳を選んで，その脂肪，蛋白質，乳糖含有率および Na，K，Cl 濃度を測定していた。そこでこの異常な暑さの夏の前後を通じて採取できたこれらの材料を用いて，この夏における個体乳の乳成分変化，とくに蛋白質，乳糖お

よび一価の無機電解質濃度の変化について検討した。

材料および方法

使用した材料は，当試験場のホルスタイン種搾乳牛のうち 6 月初から 9 月末まで乳試料を採取した 21 頭から選んだ朝搾り時の前搾り乳である。乳試料は常法どおり最初の数搾りを捨てたあと約 70 ml を分房ごとに採取し，1 時間以内に 25°C で電気伝導度を測定してそのうちの最低のものをほぼ正常な前搾り乳として選び⁶⁾，凍結保存して後日まとめて分析した。

前搾り乳の脂肪率は分房乳のそれとは大きな相違があり，前搾り乳の脂肪率から分房乳の脂肪率あるいはその変化を知ることではできないので，その変化については今回の検討から除外した。

乳試料の蛋白質と乳糖含有率は，脂肪とともに赤外線ミルク自動分析計（Grubb and Parsons, England）により，Na と K は平沼 FPF-3A 型炎光光度計，Cl は平沼 CL-I 型クロライドカウンターにより測定した。

この夏の乳成分の変化についてあらかじめ見当をつけるために，はじめに牛乳無脂固形分の主要成分を構成する蛋白質と乳糖含有率の和（以下 P+L 値，%）を，乳牛個体ごとに 6 月初から 9 月末まで採取した順に並べて経時的に変動の傾向を調べた。7 月中旬頃まではほぼ一定の水準を保つが，8 月後半期には低くなり，9 月には 7 月中旬までに近い水準に復している傾向が認められた。

そこで 6 月から 9 月に至る夏の時期を 4 期に区分した。6 月 1 日を第 1 日として最初に 1~45 日を第 1 期

Decrease in Protein and Lactose Content of Milk from Individual Cows during the Extraordinarily Hot Summer in 1978: Masaharu OSHIMA, Hiroshi FUSE and Tadao ISHII (National Institute of Animal Industry, Chiba-shi 280)

記録的な暑さの夏の乳成分変化

Table 1. Deviation of the concentration of constituent of each milk sample from the regression calculated for each milk constituent of each cow during the summer in 1978 in the case of 21 Holstein cows with meteorological data for each period of the season.

Periods in the summer season	1st period exp. day 1-45 June 1-July 15		2nd period day 46-76 July 16-Aug. 15		3rd period day 77-93 Aug. 16-Sept. 1		4th period day 94-122 Sept. 2-Sept. 30	
range and mean ^[b]								
daily ambient temperature°C								
lowest	14.3—24.8[21.8]		23.2—27.8[25.2]		20.6—28.0[24.0]		15.1—25.4[18.8]	
highest	19.2—32.0[27.8]		29.3—34.3[31.6]		29.1—35.9[31.5]		19.7—31.3[25.1]	
average	17.9—27.7[24.3]		25.9—29.0[28.2]		24.7—30.8[27.3]		16.5—27.9[21.6]	
humidity %								
daily average	54—91 [74]		68—84 [73]		57—82 [69]		55—97 [78]	
constituent	deviation from the regression ^[a]							
mean ± S.E. (%) (n)								
protein + lactose	-0.008 ±0.015	(56)	-0.053* ±0.022	(34)	-0.194*** ±0.023	(27)	0.007 ±0.012	(33)
protein	0.001 ±0.010	(55)	-0.017 ±0.017	(34)	-0.123*** ±0.015	(27)	-0.006 ±0.009	(35)
lactose	-0.002 ±0.008	(56)	-0.014 ±0.061	(34)	-0.074*** ±0.014	(27)	0.009 ±0.007	(35)
mean ± S.E. (mEq/l) (n)								
Na	0.204 ±0.207	(54)	-0.150 ±0.199	(34)	0.028 ±0.267	(25)	0.156 ±0.209	(35)
Cl	-0.219 ±0.234	(53)	-2.624*** ±0.360	(33)	1.232** 0.397	(25)	0.103 ±0.284	(35)
K	0.083 ±0.172	(53)	-0.456 ±0.314	(34)	0.192 ±0.376	(25)	-0.232 ±0.204	(35)
mean ± S.E. (kg/day) (n)								
daily milk ^[c] yield	-0.018 ±0.085	(61)	-0.046 ±0.128	(51)	-0.576*** ±0.124	(34)	-0.077 ±0.069	(43)
concentration of milk constituent	number of cows	mean and variation for samples of 1st & 4th period			regression coefficient 'a' in the regression of concentration to time			
		mean	C.V. in individual cow		mean of 'a'		number of 'a' with minus sign	
		<i>m</i> ± S.D. (%)	<i>m</i> ± S.D. (%)		<i>m</i> ± S.D. (%/day)		<i>n</i>	
protein + lactose	21	7.39 ± 0.34	1.46 ± 0.71		0.0011 ± 0.0006		9	
protein	21	2.79 ± 0.17	3.27 ± 1.53		0.0010 ± 0.0011		6	
lactose	21	4.59 ± 0.22	1.35 ± 0.81		0.0007 ± 0.0007		13	
		<i>m</i> ± S.D. (mEq/l)			<i>m</i> ± S.D. (mEq/l/day)			
Na	21	18.5 ± 3.0	6.63 ± 3.75		0.011 ± 0.015		8	
Cl	21	32.8 ± 6.2	8.82 ± 4.93		0.048 ± 0.031		3	
K	21	44.5 ± 2.8	3.17 ± 1.89		0.021 ± 0.018		16	
		<i>m</i> ± S.D. (kg/day)			<i>m</i> ± S.D. (kg/day)			
daily milk yield	17	20.1 ± 4.48	10.4 ± 5.7		0.040 ± 0.025		17	

The milk samples were the fore-milk of the morning milking which were collected periodically throughout the summer season 1978 from the Holstein cows of the Institute herd, and were chosen as normal or non-mastitic after the test of CMT and the quarter difference of electrical conductivity. Linear regression equation of each constituent of milk from each individual cow to time was calculated using only the data obtained in the 1st and 4th period. The time was expressed by the number of experimental day which began on June 1 as the 1 day of the experiment and ended on September 30 as the 122 day. [a] The deviation of the measured values of a constituent of the samples from the estimated values that were calculated by the regression were pooled each period and the mean and the standard error was calculated. The deviations larger than $m+3 \times \text{S.D.}$ of each period were excluded. [b] Ambient temperature and humidity were cited from the record published by Chiba meteorological station in the reference 1). [c] The regression and the deviation were calculated using the means of every ten day daily milk yield of 17 cows each. *: $t = (m-0)/\text{S.E.} < t_{0.05}$, **: $t < t_{0.01}$, ***: $t < t_{0.001}$, d.f. = $n-1$.

(6月1日から7月15日まで), つぎに 46~76 日を第2期(7月16日~8月15日), 77~93 日を第3期(8月16日~9月1日), 94~122 日を第4期(9月2日~9月30日)の4期である。

つぎに各個体の各乳成分ごとに, 第1期に採取した試料の測定値と第4期に採取した試料の測定値(3~5個)を使って, 第1日から第122日に至る, 各成分値の日時に対する直線回帰を求めた。それからある時点に採取した乳試料のある成分値の推定値を, その日時の値を回帰式に入れて計算で求め, つぎにそれと乳試料の成分実測値との差を求めた。

そして各成分ごとに, 各時期内の回帰からの偏差値をプールして, その平均と標準誤差を求め, 偏差の平均が0なる帰無仮説の t 検定を行なった。

各個体の1日乳量については, 当場動物第1管理室の記録により, 17頭について6月はじめから9月末までの10日ごとの平均乳量を求め, そのうちの第1期と第4期の平均乳量データを用いて直線回帰を計算し, この回帰から求めた乳量推定値と実測値との差を求め, それらを成分の場合と同じ4時期の各時期ごとにプールして, その平均と標準誤差を求め前と同様にして t 検定を行なった。

結果と考察

表1の下段に21頭の搾乳牛から, 朝乳時に採取した正常な前搾り乳の各成分について個体別に求めた日時に対する成分濃度の直線回帰の回帰係数, 第1と第4期の各成分の個体別平均の平均値および同時期の個体ごとの各成分の変動係数の平均を示した。第1期における蛋白質, 乳糖および P+L 値と, 第4期のそれらの測定値相互間の差異は小さく, そのためそれらの値を用いて求めた各成分濃度の日時に対する直線回帰の回帰係数は, いずれも濃度として約 0.001%/日 程度の上昇, あるいは下降を示し, またこれら二つの時期内の各成分測定値の変動係数も小さかった。同様にして電解質濃度の変化は, 0.01~0.05 mEq/l/日 で, Cl と Na は漸増した個体が多く K は漸減した個体が多かった。また同様に回帰による乳量の変化は, 全個体とも回帰係数が負で, 平均 0.04 kg/日 の減少傾向を示した。

夏の暑さの影響は, 長期にわたり高気温が持続した後には現れる可能性が考えられるが, 第2期に有意の減少がみられた成分は P+L 値 [$t=(m-0)/S.E. > t_{0.05}$] と, Cl であった。(表1) しかし8月後半にあたる第3期には P+L 値のほか蛋白質および乳糖濃度が, それぞれあきらかに減少し, その大きさは濃度で表わして 0.19%,

0.12%および 0.07%であった。(表1) この時期における蛋白質の濃度の減少は乳糖のそれより有意に大きかった。 $[t=2.45 > t_{0.025}, d.f.=52]$

第3期に電解値は Cl 濃度が平均 1.23 mEq/l の有意の増加を示し, Na は平均すればほとんど変化せず, K はわずかに増加した。Cl 濃度は第2期には有意の減少を示しているのだから, 第3期の有意の増加は暑さの影響よりは, 乳腺内部組織の局所的な原因による可能性がある。すなわちそれは, 搾乳から次の搾乳までの, 乳頭, 乳槽部に貯溜する乳汁成分の経時的な変化とか, 機械搾乳による局所的な刺激の前搾り乳成分に対する影響である。

乳汁中の電解質濃度は乳腺内に障害があれば直ちにそれを反映して変動するが, 障害がない場合でも一般的に分泌機能が低下するような場合に, Na と Cl 濃度が増加し K が減少すると考えうる⁶⁾。その考え方によって電解質の変動をみれば, 夏の暑さの電解質濃度に対する影響は認め難く, その面からは分泌機能のあきらかな変化もまた障害の増大も認められない。

しかし乳量は, 第3期にはあきらかな減少が認められ, それは 0.58 kg/日 の減少であった。したがってこの夏の暑さの影響が現れる可能性が最も高かった8月後半期においては, 乳量もまた無脂固形分の主成分である蛋白質と, 乳糖の含有率にもあきらかな減少が認められ, 蛋白質は乳糖よりも大きく減少するという結果を得た。

以上のように 1978 年夏の異常気象の乳成分に対する影響を認めることができたが, 使用した材料が前搾り乳であったために, 脂肪率については検討できなかった。前搾り乳と個体乳あるいは分房乳の蛋白質と乳糖の含有率の差異について, 以前当場の搾乳牛10頭から採取しほぼ正常と判断された前搾り乳と分房乳 154 対について, 含有率を比較した結果は, 前搾り乳の蛋白質(%)から分房乳のそれを差引いた差の平均は $-0.026 \pm 0.071\%$, 乳糖については $0.116 \pm 0.076\%$ で, その差は分房乳のそれらの含有率に対する割合として, それぞれ 0.7%と 2.7%であった⁷⁾。したがって常法に従って採取した正常な前搾り乳の蛋白質と乳糖の測定値は分房乳に近似し, 分房乳成分が変化するとき, それに並行して変化するものと考えられ, これらの成分の変化, 推移の検討のために, 止むをえない場合には, 正常な前搾り乳を利用できると考えられる。

この報告の結果にもとづいて8月の後半, この夏の暑さが現れる可能性がもっとも高かった時期における乳量と, 主要な乳成分含有率の減少を平均的に示せば, 乳量

の減少の割合は乳量平均（表 1）に対して約 3%，蛋白含有率は同様に平均含有率に対する割合として約 4%，乳糖含有率は同様に平均含有率に対する割合として約 4%，乳糖含有率は同様にして約 1.6% となった。

文 献

- 1) 銚子地方気象台，千葉県気象月報，昭和 53 年 6 月～9 月号。日本気象協会銚子支部。1978.
- 2) 浜田 寛・山本藤五郎，昭和 38 年度畜産試験場年報，129-137. 畜産試験場。1965.
- 3) BIANCA, W., J. of Dairy Res., 32: 291-345. 1965.
- 4) THOMPSON, G.E., J. of Dairy Res., 40: 441-473. 1973.
- 5) OSHIMA, M., JARQ, 11: 239-245. 1977.
- 6) LINZELL, J.L. and M. PEAKER, Physiol. Reviews, 51: 564-597. 1971.
- 7) (大島正尚，泌乳生理研究会第 13 回談話会抄録，1. 1973.)