

画像処理によるミルカライナの劣化程度の解析

川上克己*・小宮道士*

Cracking Analysis with Deterioration of Milking Liner by Image Processing

Katsumi KAWAKAMI* and Michio KOMIYA*

(May, 1990)

緒 論

ミルカライナは使用時の伸縮動作と殺菌洗浄時の塩素溶液による硬化の繰り返し、及び牛乳に含まれる油脂等により次第に劣化が進む。

劣化したライナは乳頭に対する保護作用が欠けたり、ヒビ割れの為に細菌の巣になったりする。現状では6カ月の使用もしくは約5000回の搾乳で新品と交換するよう指導されている。しかし実際には劣化面を目で見る事ができないことや、劣化程度に対する表示方法が確立されていない為に、1年以上使用している例がある。

本報は劣化によるヒビ割れの程度を画像処理装置により解析し、使用日数とヒビ割れの程度、ライナの位置によるヒビ割れの違いについて検討した。

また使用によるゴム硬度の変化、弾力性の変化についても同時に検討した。

ミルカライナの画像解析方法

1. 画像解析システム

供試した画像解析システムは Fig. 1 に示すように、画像入力装置、基本構成、出力装置から成っている。画像入力装置は実体顕微鏡（ニコン SMZ-10、ダブルファイバ照明装置付）、CCD カメラ、カメラコントロールユニット（ソニー XC-007）である。基本構成と出力装置はニレコルーゼックス IID の画像解析装置である。

ライナ面の解析面積は 1 mm^2 で 392×380 画素（約 $126 \times 134 \text{ mm}^2$ ）の画像となる。画像解析はモノクロモードで、2値化しきい値は50%レベルに設定した。

2. 供試ライナ

供試ライナは40頭を6台のユニットで搾乳したもので、1日あたりの搾乳回数は13.3回である。搾乳に供した期間は1988年5月～1989年4月で、確保したライナ

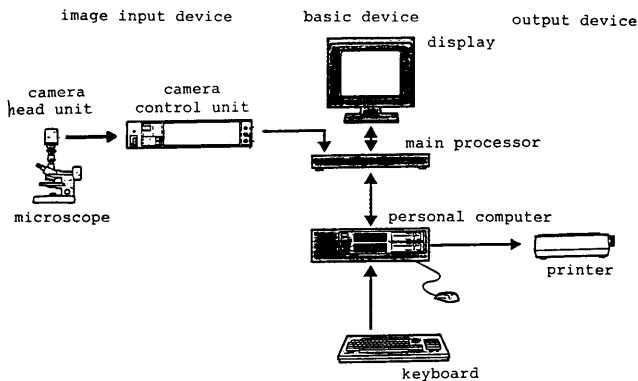


Fig. 1. NIRECO LUZEX IID-based image processing system.

* 酪農学科，農業機械学研究室 川上克己・小宮道士

Department of Dairy Science (Agricultural Machinery), Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan.

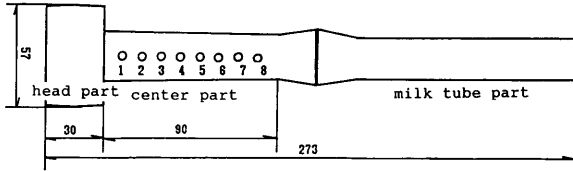


Fig. 2. Analysis position of milking machine liner (No. 1-8).

は未使用のものから最大 11 カ月使用のものまでで、1 ユニット分すなわち 4 本のライナの使用期間を 1 カ月ずつ変化させて確保した。

画像解析サンプルは、Fig. 2 のライナ頭部とミルクチューブ部を切り離した中央部のみで、ライナ伸縮時に発生した中央部の縦方向 (Fig. 2 では横) の折れ目を切断し、ライナ 1 本から 2 個のサンプルを確保した。

画像解析位置はサンプルのライナ内面の中央部縦方向 (Fig. 2 では横) に 10 mm 間隔に 8 点である。

ゴム表面はコントラストがない為、鮮明な画像を得ることが困難で、亀裂部をチョークでこすってからセロテープで表面のチョーク粉末を除去して亀裂部を鮮明にした。

3. ゴムの硬度と弾力性の測定

ライナゴムの使用による劣化とゴム硬度の変化、引張り試験による機械的性質の変化等についてはすでに明らかにした^{1,2)}が、本報の供試ライナについても島津ゴム硬度計 200 形により実施した。硬度測定位置は各画像処理位置の中間点と両端の 9 点である。また弾力性を知る為に Fig. 2 のライナ外面 4~5 の間に加速度センサ (5×5×15) を接着して、シエルに装着し、パルセータを介して伸縮動作を繰り返し、加速度を測定した。

結果及び考察

1. ゴム硬度と弾力性の変化

ライナゴムの使用による劣化と弾力性の変化をゴム硬度と伸縮時の加速度で Fig. 3 に示す。ゴム硬度の値はライナ 4 本、すなわち 8 個のサンプル 9 点の平均値である。加速度はライナ 4 本の平均値である。

ライナゴムは未使用の場合、弾力性がありゴム表面も手で触れると粘着性を感じる。ところが使用するとすぐゴム表面は硬くなり滑らかな手触りとなる。ゴム硬度は 6 カ月目から急に上昇し、8 カ月以後はまた低下する傾向を示した。この硬度低下の原因はヒビ割れによる亀裂と思われる。

伸縮時の加速度は使用するに従って徐々に大きくなり、弾力性の低下する傾向にある。加速度が大きいということはライナの伸縮速度が速いことで、乳頭に対する

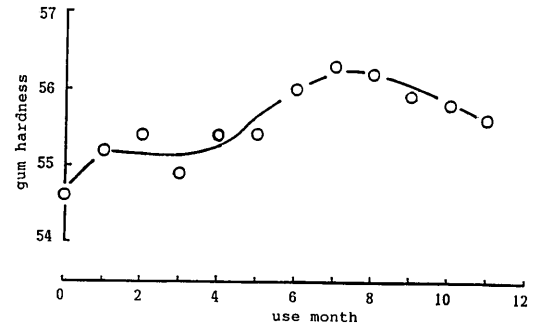
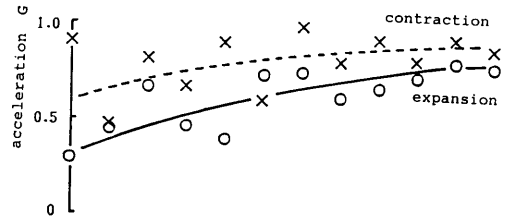


Fig. 3. Effects of use month on the gum hardness and acceleration of stretching.

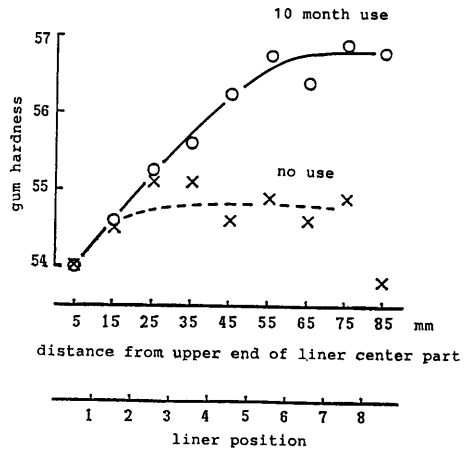
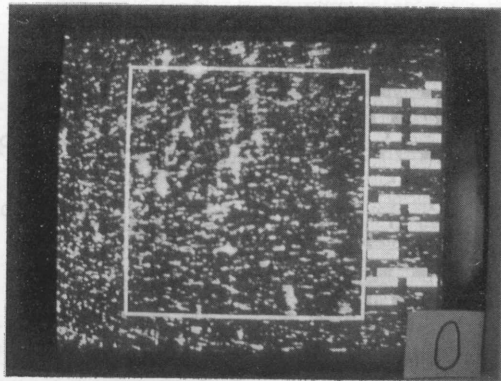


Fig. 4. Relation between liner position and gum hardness.

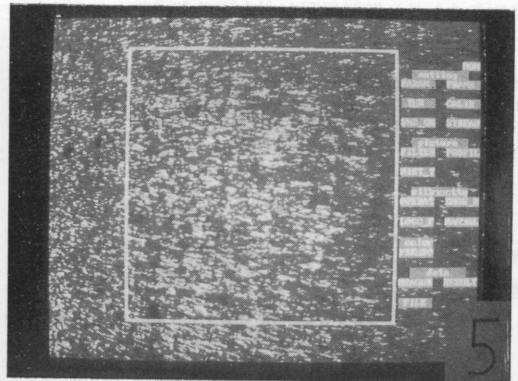
刺激もそれだけ強いことになる。

ライナ中央部のゴム硬度の位置による違いを Fig. 4 に示す。乳頭先端はほぼ 4 の位置に相当し、1~3 はライナの伸縮時に強く引っ張られる部分で、4~8 は牛乳の接触する部分である。未使用ライナはどの位置もほぼ同じ硬度であるが、10 カ月使用ライナでは牛乳と接触する部分が非常に硬くなった。

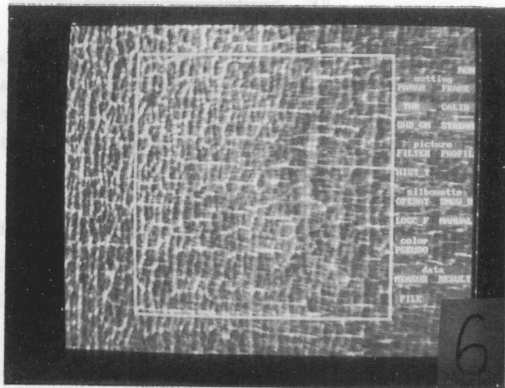
未使用ライナの 5、85 mm の位置と 10 カ月ライナの 5 mm の位置が小さくなったのは、90 mm に切断したサ



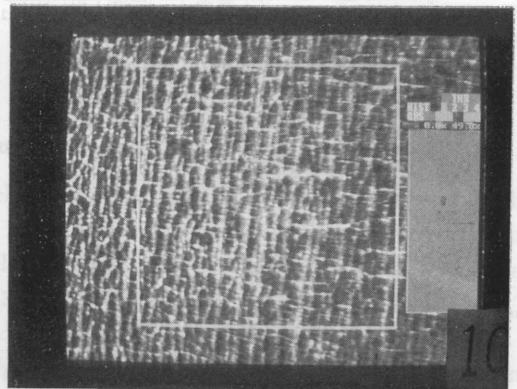
no use



5 month use



6 month use



10 month use

Fig. 5. Silhouette of liner gum surface.

ンプルの端からそれぞれ5 mmの位置で、切断端に近かったからと思われる。

2. 画像処理によるヒビ割れの解析

1) 使用期間長による違い

画像処理装置のディスプレイに表示されるゴム表面は2値化すると使用期間の長さによってFig. 5の如くなる。未使用から5カ月使用まではほとんどヒビ割れはなく、チョーク粉も付着しない。

画像はゴム表面の光の散乱である。6カ月以後は細かなヒビ割れが生じ、使用期間が長いほど亀裂の太さも大きくなる傾向に観察された。この細かな亀裂を一つの粒子として考えその実面積と骨格線の長さを求める解析を行った。粒子の面積は $10 \sim 1000000 \mu\text{m}^2$ 、長さは $100 \sim 2000 \mu\text{m}$ とした。

Fig. 6にヒビ割れ粒子(以下粒子とする)の使用期間による違いを面積で解析した結果を示す。但しライナ位

置は乳頭先端に相当する4で、4本のライナ、8サンプルの平均である。6カ月以後については、粒子数は徐々に減少するが、その平均面積は急激に大きくなる。

すなわち小さなヒビが結合し大きな粒子になったものと判断される。粒子の総面積ではほとんど変わらないという結果からも同様の判断ができる。

骨格長で解析したのがFig. 7で、粒子の大きさは、面積の解析よりかなり大きいものと思われる。粒子数では面積の解析の場合とは逆に使用期間が長くなると増加し、粒子も長くなった。面積と長さの両解析を総合的に考えると、全粒子数は使用期間が長くなるに従って減少するが、比較的長い粒子は数も増加し、粒子長も長くなると同時に粒子面積も大きくなる。ゴムのヒビ割れの変化から考えると、使用期間が長くなるに従って、多くの小さなヒビ割れが徐々に大きな長いヒビ割れに変化していくものと思われる。当然深さも増加していくものと思

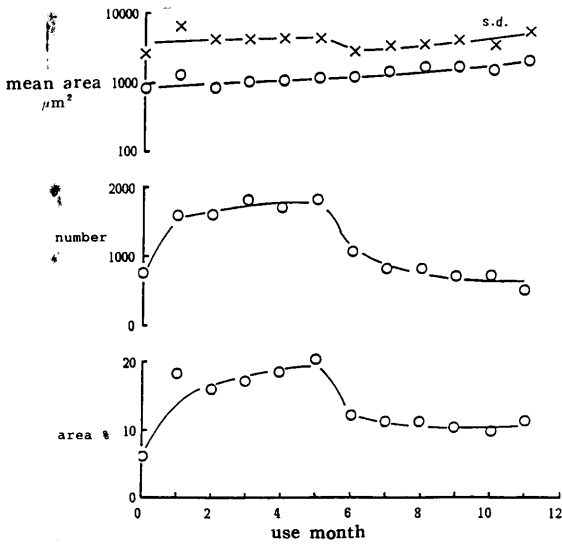


Fig. 6. Effect of use month on cracking characteristics by area analysis of fraction (analysis position is No. 4 and area range is $10\text{-}10^6 \mu\text{m}$).

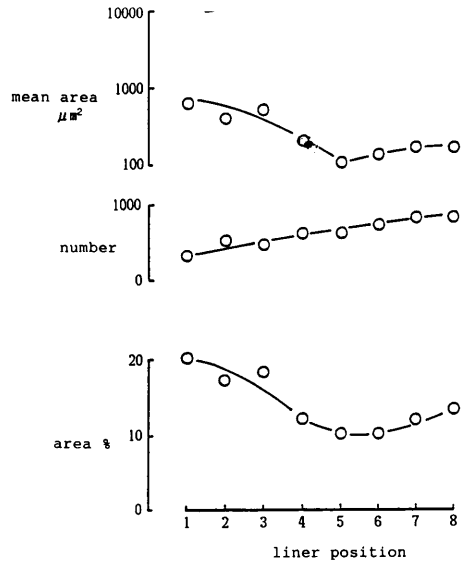


Fig. 8. Relationship between liner position and cracking characteristics by area analysis of fraction (liner is 10 month use and area range is $10\text{-}10^6 \mu\text{m}$).

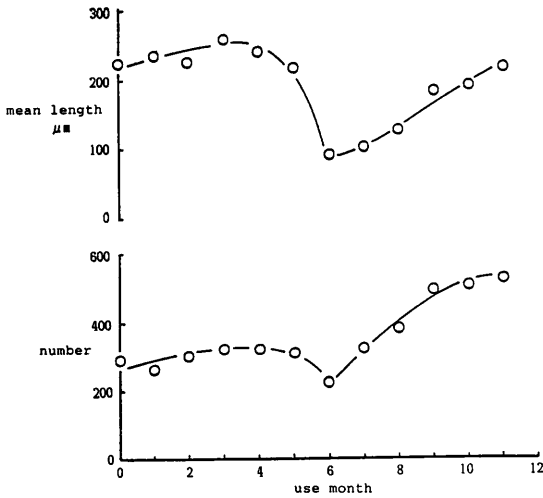


Fig. 7. Effect of use month on cracking characteristics by bone length analysis of cracking fraction (analysis position is No. 4 and length range is $100\text{-}2000 \mu\text{m}$).

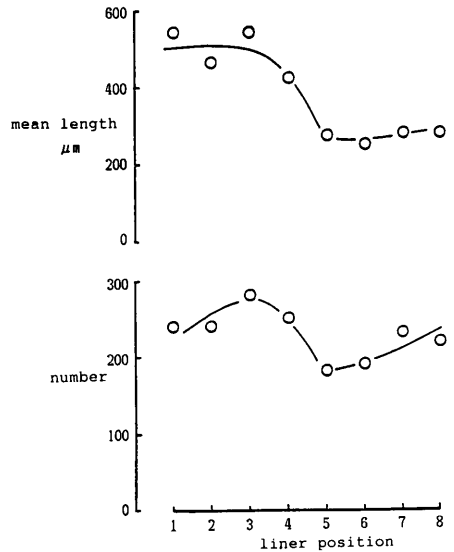


Fig. 9. Relationship between liner position and cracking characteristics by bone length analysis of fraction (liner is 10 month use and length range is $100\text{-}2000 \mu\text{m}$).

われる。

2) ライナ位置による違い

ヒビ割れ粒子のライナの位置による違いについて、面積での解析結果を Fig. 8, 骨格長での解析結果を Fig. 9 に示す。面積解析の場合、粒子数はライナ頭部側(1)からミルクチューブ側(8)にかけて増加し、粒子平均面積

は、ゴムが強く引っ張られる頭部側の1~4で大きく、牛乳の接触する5~8で小さくなった。骨格長解析での粒子数では、面積解析とは逆にライナ頭部側では多く、牛乳の接触する側で少なくなった。

この原因は解析時の粒子長の範囲が面積解析時より長くなったからである。

牛乳の接触しないライナ頭部側の粒子数は牛乳の接触する側と比べ少ないが、長い粒子が多い。逆に牛乳の接触するミルクチューブ側は小さな短い粒子が非常に多いことになる。

要 約

ミルクライナの劣化によるヒビ割れの程度を画像処理により解析し、使用日数とヒビ割れの程度、ライナの位置によるヒビ割れの違いについて検討した。同時にゴム硬度の変化、弾力性の変化についても検討した。

供試ライナは1日に13.3回搾乳したもので、使用期間は1~11カ月である。実験結果を要約すると以下の通りである。

1 ゴム硬度は6カ月目頃より硬くなり、7カ月目をピークにその後徐々に低下した。

2 ライナ伸縮時の弾力性は使用期間が長くなるに従って徐々に低下した。

3 劣化によるヒビ割れは6カ月目から発生し、ヒビ割れ粒子数は使用期間が長くなるに従って減少するが、長いヒビ割れは増加した。平均粒子面積、平均粒子長は使用期間の長くなるほど大きくなった。

4 ライナ内部の位置によるヒビ割れの違いについては、頭部側より牛乳の接するミルクチューブ側で、ヒビ割れ粒子数が多く、粒子平均面積は小さい。しかし長いヒビ割れは頭部側の方が多。

参 考 文 献

- 1) 川上克己： ミルクライナの劣化に伴う乳頭表面への物理的影響について，農業機械学会北海道支部会報，第28号：14-18.
- 2) 川上克己・小宮道士： ミルクライナの劣化と機械的性質の変化，農業機械学会北海道支部会報，第29号：22-26.

Summary

This study was conducted to clarify the cracking characteristics with the deterioration of the milking machine liner by image processing. The image input system consists of a microscope and a ccd camera. The gum hardness test and the elasticity test of liner were conducted at the same time. The liners were used for the milking of 13.3 cows per day.

The results obtained were as follows:

- 1 The gum hardness in the inside of liner rapidly became harder after the 6th month of use and became the hardest during the 7th month.
- 2 The elasticity of liner decreased slowly with use.
- 3 The cracking of the liner began rapidly after the 6th month of use. The number of cracking fractions decreased with use, but the number of the long fractions increased.

The mean fraction area and the mean bone length increased with use.

- 4 The number of cracking fractions in the milk tube side were greater than in the head side of liner, and the mean fraction area was small. The number of the long fractions was smaller than in the head side.