

# ミルクングパーラーにおけるパイプライン洗浄の実態と問題点

西部 潤・真鍋就人・有賀秀子\*・西村篤史\*・田中 伸\*・田中隆伸\*

十勝農協連生乳検査センター，帯広市 080  
帯広畜産大学生物資源利用学\*，帯広市 080

(1994. 1. 28 受理)

キーワード：パイプライン，アルカリ洗浄，酸洗浄，酸リンス，塩素殺菌

## 要 約

十勝地区3町村19か所のミルクングパーラーにおいて洗浄の実態を調査したところ，洗浄方法は3タイプに大別された。第一のグループ(A)は，アルカリ洗浄を基本に酸洗浄を週に数回実施し，洗浄の最後は水すすぎする従来型であった。次のグループ(B)は，沸騰水による酸洗浄を基本に定期的にアルカリ洗浄を行うものであった。最後のグループ(C)は，調査対象の約半数を占め，アルカリ洗浄後酸リンスで洗浄を終了し，水すすぎは行われていなかった。搾乳前に至適有効塩素濃度で殺菌されていたのは極めて少数であった。Cグループでは適切な酸リンス剤と濃度の管理が必要であると判断された。

## 緒 言

近年，酪農の大規模化とともに，乳牛の管理方式や搾乳装置に従来とは異なった方式を採用する例がみられるようになってきた。搾乳室を独立させたミルクングパーラー方式で搾乳を行う酪農家は十勝だけでも136戸を数え，今後さらに増加の方向にあると推定される。ミルクングパーラーには，一度に多頭数の搾乳が可能なパイプライン搾乳システムを装備することが多く，搾乳作業ばかりでなく殺菌，洗浄についても高度に自動化が進み，従来の牛舎内パイプラインによる搾乳方式とは大きく異なった作業体系となっている。そこで，ミルクングパーラー設

置酪農家におけるパイプラインミルクカーの洗浄，殺菌に注目し，実態把握を行うとともにいくつかの問題点について検討した。

## 材 料 と 方 法

1992年8月から11月にかけて，十勝管内芽室町(5戸)，清水町(8戸)，中札内村(6戸)の3地区19戸のミルクングパーラー設置酪農家を調査対象として選定した。調査は，2名以上の調査員のグループで搾乳開始時刻の約1時間前に現地に到着し，洗浄・殺菌の手順，使用薬剤の種類・使用濃度，循環時間・温度，洗浄液・殺菌液，すすぎ液量などを中心に観察，実測した。

## 結 果 と 考 察

調査対象酪農家におけるパイプラインミルクカーの機種を表1に示した。調査した19基のうち10基は米国製，8基がヨーロッパ製(イギリス6，ドイツ1，スウェーデン1)，1基が日本製であった。洗浄方法は機種ごとに異なっていたが，同一機種間ではFullwood社製を使用している場合を除いてほぼ類似したものであった。洗浄方法は，酪農家自身が設定した変法で実施されていた2基を除き，3タイプに大別できた。洗浄タイプの比較を表2に示した。洗浄タイプAは，いわゆる従来型で，アルカリ洗浄を基本として数日に1度酸洗浄を実施する方式で，洗浄の最後に冷水または温水によるすすぎ行程が設定され

Cleaning and Sanitizing Routine of Milking Machines in Milking Parlor: Jun NISHIBU, Narumi MANABE, Hideko ARIGA\*, Atsushi NISHIMURA\*, Shin TANAKA\* and Takanobu TANAKA\* (Milk Testing Laboratory, Tokachi Federation of Agricultural Cooperatives. \*Laboratory of Food Science and Technology, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080)

表1. 調査対象パイプラインミルク

機 種	製 造 国	調 査 例 数	洗 浄 タ イ プ
ALFA-LAVAL	スウェーデン	1	A (アルカリ洗浄型)
Gascoigne	イギリス	1	
WESTFARIA	ドイツ	1	
ORION	日本	1	
Fullwood	イギリス	1	
Fullwood	イギリス	4	B (酸洗浄型)
BOUMATIC	米 国	2	C (アルカリ・酸リンス型)
SURGE	米 国	4	
Universal	米 国	4	

表2. パイプライン洗浄タイプの比較

洗 浄 タ イ プ	搾 乳 前		搾 乳 後			
	殺菌・すすぎ		予 洗	本 洗 浄		
	塩 素 殺 菌	水 すすぎ	水洗い	アルカリ 洗浄	酸 洗浄	水 すすぎ
A アルカリ洗浄型	◎ × ×	◎ ◎ ×	◎  ×	◎	△	◎
B 酸 洗 浄 型	× ×	◎ ×	◎ ×	△	◎	◎
C アルカリ・酸リンス型	◎	×	◎	◎	◎	×

◎：行う，△：日を決めて行う，×：行わない

たものであった。

洗浄タイプBは沸騰水による酸洗浄を基本とした型で、洗浄水が常に補充、排水されるため、洗浄後半では実質的にすすぎが行われていた。これらの機種では、アルカリ洗浄は4日～7日に1度程度行われるのが通例であるが、2か月近く実施していない例もあった。

洗浄タイプCは、米国製パイプラインミルクに採用されており、アルカリ洗浄の後酸リンス液を循環させて洗浄を終了するもので、水すすぎの行程は省略されていた。酸リンス液使用の利点についてPHILPOT and NICKERSON (1986), MITCHELL (1988)は、塩素化アルカリ洗剤の残留塩素の中和、ミネラル成分の沈着防止、低pHによる細菌繁殖防止を挙げている。

洗浄行程についてみると、まず、洗剤洗浄の前に

40℃前後の温水で機器の内面をすすぎ(予洗)、付着した生乳をある程度除去しておけば洗浄効果を得やすい。洗浄タイプCでは全機種が予洗行程を取り入れていたが、タイプAでは3機種のみが実施、タイプBでは予洗を実施していなかった。予洗を実施していた13基の予洗開始時および終了時の水温変化を図1に示した。開始時の水温は64℃から34℃、終了時水温は43℃から27℃の範囲で、開始時水温が高いほど終了時水温も高い傾向にあった。予洗時の水温が50℃を越えると熱変性した乳成分が機器内面に付着する可能性が考えられ、35℃～50℃が適当とされている。また、水温が低過ぎると脂肪が溶融せず予洗効果が得にくいいため、水温の調節に十分注意を払うべきである。

つぎに、アルカリ洗浄時の水温の変化について、実測可能であった14例について図2に示した。洗浄

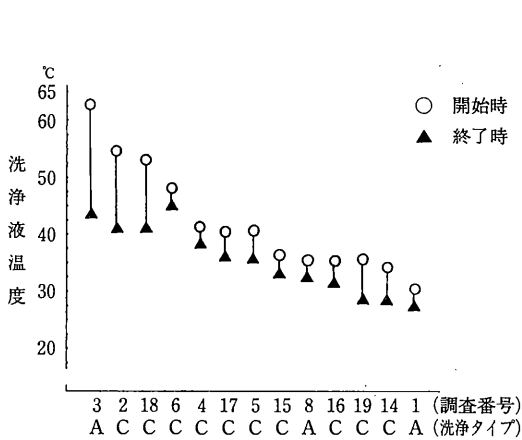


図1. 予洗時の洗浄液温度の変化

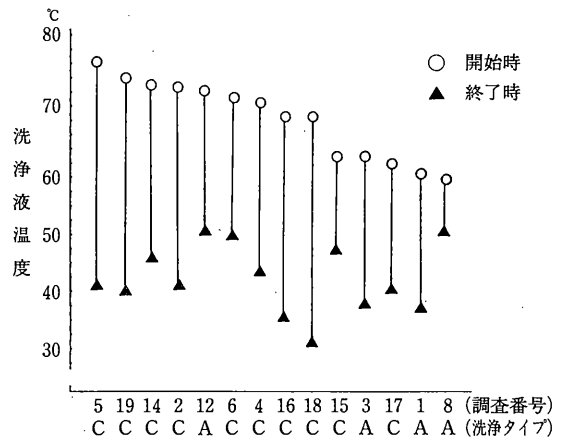


図2. アルカリ洗浄時の洗浄液温度の変化

開始時水温は 77℃から 58℃、終了時では 50℃から 31℃の範囲にあり、洗浄終了時の水温が低過ぎると思われる例が一部に認められた。なお、洗浄タイプ B では、いづれも熱湯 (78℃以上) による酸洗浄が行われていた。

調査中多数例を占めた洗浄タイプ C における洗剤濃度と循環時間を表 3 に示した。アルカリ洗剤濃度は 0.61% から 0.19% の範囲で、平均 0.44%、循環時間は 12 分から 6.5 分の範囲で、平均 10.5 分であった。アルカリ洗剤の製造業者推奨使用濃度は 0.2% ~ 0.5% であり、調査結果から対象酪農家はほぼ適正濃度で使用していたと思われる。また、循環時間についてもほぼ妥当であると考えられる。

一方、酸リンス液の濃度は、0.6% から 0.07% の

範囲で、平均 0.22% であった。循環時間は 9 分から 2.5 分、平均 4.9 分とアルカリ洗浄時の約半分の時間で終了していた。MITCHELL (1988) は、酸リンス液は酸性洗剤とは異なった成分組成を持ち低濃度で使用すべきであると述べているが、日本国内での入手は必ずしも容易ではなく代替品として酸性洗剤を使用する例が多かった。そのため酸リンスを酸性洗剤の使用推奨濃度にしたがって使用する例が見うけられた。洗浄タイプ C では洗浄終了時に水すすぎが実施されないため、先の酸性洗剤の代替使用例からパイプライン内に高濃度の酸性洗剤が残留する可能性が考えられる。実際に、洗浄終了時の排水が pH 4 を示す例もあり、洗浄液水槽にさびが認められるものもあった。高濃度の酸はステンレス鋼の表面を腐食

表3. 洗浄タイプ C における洗剤使用濃度と循環時間

調査番号	アルカリ洗浄		酸リンス	
	濃度 (%)	循環時間 (分)	濃度 (%)	循環時間 (分)
19	0.61	12	0.15	3.5
2	0.60	11	0.60	9
17	0.57	10	0.27	5
18	0.56	11	0.15	2.5
5	0.41	10	0.36	4
6	0.40	11	0.17	6
14	0.38	12	0.13	7
15	0.38	9	0.19	5
16	0.30	6.5	0.09	2.5
4	0.19	12	0.07	4
(平均±SD)	0.44±0.14	10.5±1.7	0.22±0.16	4.9±2.0

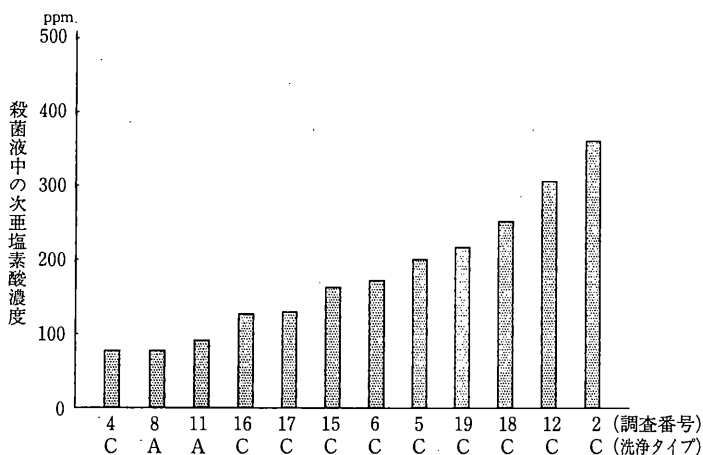


図3. 搾乳前殺菌時の殺菌剤濃度

させる可能性があり、生乳の品質面ばかりでなく経済面からも適切な濃度を守るべきである。

搾乳前の殺菌についてみると、洗浄タイプAの2機種および洗浄タイプCの全機種で殺菌行程を取り入れていた。殺菌剤はすべて6%次亜塩素酸ナトリウム液を希釈して使用していた。殺菌液調製後の有効塩素濃度を図3に示したが、最低が77 ppm、最高が360 ppmと酪農家間に大きな差が認められた。有効塩素濃度は200 ppmが最も効果的とされており、適正濃度での使用はわずか2例のみにとどまった。PALMER (1991) は、塩素殺菌の後には清浄水ですすぎを行い、機器内面の残留殺菌剤を除去することを推奨している。しかし、プログラムされた行程には

殺菌後のすすぎは設定されておらず、配管の勾配で排水したり、空気を強制的に通過させて乾燥させることにより機器内面の残留を最小限とする方法がとられていた。塩素殺菌の場合は、低濃度のために十分な殺菌効果が得られないことも問題であるが、必要以上の高濃度でも効果は逆に低下し、パイプライン内に残留する恐れがあるので、正確な濃度を守るよう、計量または液量調節を行わなければならない。

洗浄タイプBでは、殺菌剤は使用しておらず、1例のみがパイプライン内に熱湯(72~82℃)を通過させていた。

表4に、本調査により得られた各洗浄タイプの特性と、使用にあたって留意すべきと思われる点につ

表4. 洗浄タイプの特性と使用上留意すべき点

洗浄タイプ	特性	留意すべき点
A アルカリ洗浄型	①牛舎内パイプラインの主流 ②大部分の洗剤が使用可能 ③装置が単純	①定期的な酸洗浄が必要 ②全自動化が困難 ③手動操作による殺菌が必要な場合あり
B 酸洗浄型	①短時間で洗浄可能 ②高温による殺菌効果 ③装置が単純	①温水のコスト(高温) ②定期的なアルカリ洗浄必要 ③手動操作による殺菌が必要
C アルカリ・酸リンス型	①洗剤塩素残留が最小限 ②ミネラル残留の防止 ③低pHによる細菌繁殖抑制 ④洗浄・殺菌の自動化	①水すすぎの大幅省略による洗剤、殺菌剤残留の可能性 ②酸リンスの入手に難あり ③装置が複雑

いてまとめた。洗浄タイプAは、現在も牛舎内パイプラインの主流を占める洗浄方法で、酪農用洗剤はこの方式を念頭に調製・販売されているものが大部分である。しかし、人為的な操作によって定期的に酸洗浄を実施しなければならず、洗浄の完全自動化に至っていない。搾乳前に殺菌を実施するようプログラムされた機種とそうではない機種がある。洗浄終了後次の搾乳までには10時間以上経過することが多く、機器の生乳接触面にわずかでも細菌の残存があればこの間に増殖し、生乳の細菌汚染を引き起こす可能性がある。プログラムに殺菌行程が組み込まれていない機種では、手動操作による殺菌、すすぎが必要である。

洗浄タイプBは、酸性高温洗浄液で短時間に洗浄を終了できる反面、高温水を得るためのエネルギーコストや、定期的なアルカリ洗浄を怠ると汚れが蓄積しやすい点などに留意すべきである。BRAMLEY (1992) は、このタイプの洗浄では殺菌は温度に依存するため、洗浄液温度の低下は致命的であるとしている。搾乳前の殺菌行程は手動操作が必要であるが、実際に殺菌を行っているのは1例のみにとどまっていた。

洗浄タイプCでは、洗浄は高度に自動化されており、操作者は洗剤を補給して運転スイッチを起動させるだけでよい。しかし、水すすぎの行程なしに洗浄が終了するので、酸リンス液の濃度を適切に守ることが重要である。搾乳前の殺菌行程もあらかじめプログラムされており、自動的に運転される構造であるが、殺菌後のすすぎ行程がないため、排水時間が十分確保できるような運転開始時刻の設定に加えて、パイプライン設置の段階で配管勾配を正確に守るなどの点に留意すべきである。また、自動化が進

むあまり、操作者が洗浄、殺菌の各行程を監視する頻度が低下したためと思われる問題点も一部で見られ、洗浄液があふれだしたり、洗剤が注入されないまま洗浄行程が開始されるなどの事例があった。水温や洗剤、殺菌剤の量、洗浄液量、時間などが設定したとおりに運転されているか否かについて、定期的に確認を行うべきであると考えられる。

## 文 献

- BRAMLEY, A. J. (1992) Milking Hygiene and Machine Milking. in MACHINE MILKING AND LACTATION. (BRAMLEY, A. J., F. H. DODD, G. A. MEIN and J. A. BRAMLEY eds.) 373-398. Insight Books. Huntington, Vermont. U. S. A.
- MITCHELL, T. (1988) Cleaning and Sanitizing of Dairy Farm Milking Equipment. in Proceedings, Milking Systems and Milking Management Symposium. 162-165. NE Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca, New York. U.S.A.
- PALMER, J. (1990) Detergents & Disinfectants. in MONOGRAPH ON RESIDUES AND CONTAMINANTS IN MILK AND MILK PRODUCTS. Special Issue No. 9101. 173-189. International Dairy Federation. Brussels, Belgium.
- PHILPOT, W. N. and S. C. NICKERSON (1986) Quality Milk Production and Mastitis Control. Dairy Research Report 1986. 8-47. Hill Farm Research Station. Homer, Louisiana. U.S.A.