

乳中ヨウ素濃度とヨウ素系ディッピング剤の乳頭表面での残留

有賀秀子・田中隆伸・松本清隆・西部 潤*・市野剛夫*

帯広畜産大学生物資源利用学，帯広市 080

* 十勝農業協同組合連合会生乳検査センター，帯広市 080

(1994. 12. 28 受理)

キーワード：ヨードホールディッピング，バルク乳，ヨウ素濃度，乳頭残留ヨウ素

要 約

前年の試験（有賀ら：1994）と同対象から得られたバルク乳中のヨウ素濃度は，ディッピング無処理群では約90%の試料が100～200 ppbのレベルであったが，処理群ではこれに比べ有意に高く，特に搾乳前及び搾乳後ともに処理をしているプレ・ポスト群では高濃度のヨウ素が検出される傾向にあった。

次いで，乳中に出現するヨウ素の起源を推定するために，ディッピング処理群について搾乳直前の乳頭表面に残留しているヨウ素の検出試験を行った。その結果，ポストディッピング群の乳頭表面の残留ヨウ素量は，乳頭1本当たり20 µg未滿のものが約70%を占めており，80 µg以上回収された乳頭は皆無であった。これに対しプレ・ポストディッピング群では残留量が20 µg未滿の乳頭は僅か3%強に過ぎず，一方，60 µg以上回収されたものは約45%にも達していた。このことから，プレ・ポストディッピングを行っている場合には，乳頭表面のヨウ素残留量が明らかに高い傾向にあり，この残留ヨウ素が搾乳時に乳中に混入し，乳中ヨウ素濃度を高める一つの要因となっていることが推定された。

緒 言

体細胞は健康な乳牛の乳汁中にも存在するが，乳

房炎に罹患すると異常な増加が観察される。乳房炎はこの乳中の体細胞を増加させる最大の原因となっている。乳房炎による経済的損失は，安定した生産に大きな影響を与えるので乳中の体細胞数については高い関心が払われ，正常値を維持するための方策が講じられている。乳房炎の発生には種々の要因が指摘されているが，この発生を予防する手段として搾乳後の乳頭の衛生管理のため適切なポストディッピング処理が推奨されている。

近年，乳中の体細胞数は減少傾向にあり，1993年度北海道の合乳中の体細胞数は1 ml当たり30万以下のものが全体の94.5%を占めるに至っている（北海道生乳検査協会：1994）。現在，十勝管内の酪農家では大規模酪農家を中心として大半がポストディッピング処理を行っていると考えられる。

前報（有賀ら：1994）の調査結果で明らかにしたように，十勝管内におけるディッピング処理液としてはヨードホールと皮膚保護剤を混合した乳頭浸漬消毒剤及び汎用ヨウ素系殺菌消毒剤が多く使用されている。これら処理液はいずれも搾乳直前に用いることは禁止されており，さらに搾乳前には乳房をよく洗浄して前回の処理液の残留を除去しなければならないことが規定されている。これまでに行ったディッピング方法についての立会調査の結果では，ポストディッピングのみの処理においては，おおむね

Correlation between residue of iodine-containing disinfectants on the surface of teats and iodine concentration in milk: Hideko ARIGA, Takanobu TANAKA, Kiyotaka MATSUMOTO, Jun NISHIBU*, Takeo ICHINO* (Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Laboratory of Food Science and Technology. *Tokachi Federation of Agricultural Cooperatives, Milk Testing Laboratory, Obihiro-shi 080)

Key words: Iodophor dipping, Bulk milk, Iodine contents, Residues of iodine on the teat surface.

搾乳前の洗浄がなされ、処理液が除去されているように見かけられたが、プレ・ポストディッピングを採用している場合には搾乳前の洗浄がほとんどなされず、プレディッピング液の搾乳前の除去も完全に行われていないと判断される例が少なかった。バルク乳中のヨウ素濃度は無処理に比べディッピング処理群で明らかに高く、またポストディッピング群に比べプレ・ポスト群ではより高濃度のバルク乳が検出される傾向にあることはすでに報告した(有賀ら:1994)。これら今までの結果から、ディッピング処理液がバルク乳に混入している可能性は否定できない。

これらのことから、本試験においてはヨウ素系処理液によるディッピングの乳への影響を調べるため、前年と同対象についてバルク乳を採取し、乳中ヨウ素濃度とディッピング法との関係を確認し、さらに乳頭表面での残留ヨウ素の検出も行った。

実験方法

1. バルク乳の採取とヨウ素濃度の測定

バルク乳は前年と同対象につき1993年9月から12月にかけて採取し、それぞれ測定に供するまで5℃で貯蔵した。測定時に40℃に加温し、3枚重ねの牛乳濾紙を通過させた。この試料100mlをピーカーに採取し25℃で平衡化したのちイオン強度調整剤として5M-NaNO₃溶液を2ml添加した。

ヨウ素濃度の測定は、ORION 94-53BN型ヨウ素電極と、ORION 90-10型シングルジャンクション比較電極を装着したORION EA929型イオンメーターを用い、直接法により行った。試料中に電極をセットし、攪拌しながら電極の安定を待ち測定した。試料の測定は繰り返し行い、測定値の変動係数が3%未満の値を用いた。得られた結果は無処理群、ポストディッピング群、プレ・ポストディッピング群の3群に分け比較検討した。

2. 乳頭表面の残留ヨウ素の測定

各ディッピング群の中で、ヨウ素濃度が平均値を超えるバルク乳を生産している酪農家を選定した。対象は十勝管内の清水町、中札内村、陸別町からの計17酪農家で、ポストディッピング群7戸、プレ・ポストディッピング群10戸からなっていた。それぞれの群の総搾乳頭数は前者で250頭、後者で949頭であった。日常の搾乳作業を中断させることなく、それぞれの搾乳作業に支障を来さぬよう搾乳作業の進行に伴って試料を採取した。このため、牛群の規模と搾乳様式により、拭き取り試料数は異なった。

拭き取り試験は、対象とした牛につき任意の1乳頭について行った。搾乳前処理が終了した直後でティートカップ装着直前の乳頭表面を、滅菌した湿潤ガーゼを用い、同一ガーゼで1乳頭の側面を3回拭き取り、このガーゼを直ちに一定量の滅菌水を入れた広口試料瓶に入れて持ち帰った。4乳頭は搾乳者の位置から見てかならずしも同じ処理効果を受けるとはかぎらず、また搾乳者間で処理法あるいはその効果が異なることが考えられたので、酪農家ごとに、拭き取り乳頭の位置別、牛に対する搾乳者(ディッピング処理者)の位置別及び搾乳者別の三要素で試料を分類し、同種のを混合してから振とう抽出して試料液を調製し、ヨウ素濃度の測定に供した。

結果および考察

1. バルク乳中ヨウ素濃度の実態

前年の調査の結果から、ディッピング処理が乳中ヨウ素を高める可能性が示唆されたので、同一対象からバルク乳を採取し、さらにヨウ素濃度の追跡試験を行った。用いたバルク乳は無処理群27試料、ポスト群55試料、プレ・ポスト群39の計121試料であった。採取は前年とほぼ同時期に行った。

その結果、表1に見られるように、無処理に比べ

表1. ディッピング処理別乳中ヨウ素濃度 (ppb)

処理法	試料数	平均±標準偏差	最小値	最大値	
無処理	27	144.3±37.2	103	276	
処理	ポスト	55	219.2±147.7**	109	838
	プレ・ポスト	39	262.1±254.7**	127	1,537

** : 無処理に対して1%の危険率で有意差あり

ディッピング処理群の乳中ヨウ素濃度は平均値、最高値ともに明らかに高く、昨年と同様の傾向が観察された。各群内の変動係数は無処理群では30%以内であったが、ポスト群では67%、プレ・ポスト群では97%と、処理群で大であった。このことは、ディッピングの方法とこれに伴う前洗浄処理などの具体的方法が酪農家間でかなり異なることを示唆している。

一方、ポスト群とプレ・ポスト群のヨウ素濃度平均値の間に統計的な有意差はなかったが、無処理群では、約90%のバルク乳が100から200ppbの範囲に分布していたのに対し、ポスト群では約70%、プレ・ポスト群では約60%の乳がこの範囲にあり、さらに高濃度の300ppbを超えるものはポスト群で約13%、プレ・ポスト群では約18%確認された(表2)。

これら本試験の結果から、ディッピング処理群のバルク乳でヨウ素濃度が高い傾向が観察され、ディッピング剤の乳中への混入の可能性が確認された。

これまでディッピング剤の乳中への混入の可能性は主に国外で種々論じられてきた。DUNSMORE(1976)、HEMKEN(1980)、BRUHN and FRANKE(1985)は、ポストディッピングの実施が乳中のヨウ素濃度の増加に関わると述べている。また乳中の残留ヨウ素量は主に搾乳前の乳頭の処理法に依存するとSHELDRAKE *et al.*(1980)やGALTON *et al.*(1984)は報告しており、さらにBRAY *et al.*(1983)、GALTON

et al.(1984)、BERG and PAGDITT(1985)は、ヨウ素処理液の有効ヨウ素の濃度に依存すると述べている。これらの報告は、本試験の結果観察されたヨウ素ディッピング液の混入の可能性を支持するものであった。

2. 乳頭表面でのヨウ素剤残留

これまでの2年間にわたる試験の結果から、ディッピングと乳中ヨウ素濃度との関連の可能性が確認されたので、乳中混入要因について調べることにした。CONRAD and HEMKEN(1978)は、乳頭皮膚からのヨウ素が乳中混入ヨウ素の主な給源であろうと述べている。一方、SHELDRAKE *et al.*(1980)は乳中の残留ヨウ素の量は、直接乳頭の皮膚に起因すると述べている。これら乳中ヨウ素混入の原因として、皮膚浸透説と皮膚接触説とがあるが、本試験では、乳頭皮膚に残留したヨウ素が乳と接触して乳中に混入する可能性の有無を確認するため、乳頭拭き取り試験を実施した。

対象牛の任意の1乳頭から得られた拭き取り試料は、ポスト群で71頭、プレ・ポスト群で106頭分で、これは対象牛群に対しそれぞれ28.4%と11.2%に相当した。これら採取した試料を前述の基準により分類したのち種類別に混合した結果、ポスト群では41試料、プレ・ポスト群では60試料が得られた。ポスト群の乳頭表面から採取されたヨウ素量は1乳頭当たり平均17.1 μ gで、最小値は検出不能のものから最高値71 μ gの範囲に分布していた。これに対しプレ・ポスト群では平均62 μ gで、8 μ gから159 μ gの間に分布していた。平均値についてt検定を行った結果、プレ・ポスト群ではポスト群に比べ、乳頭表面に残留しているヨウ素量は明らかに(P<0.01)多いことが確認された(表3)。また、乳頭から回収されたヨウ素量の分布を見ても(表4)、プレ・ポスト群においてはポスト群より高濃度領域に分布しているものが多いことが確認された。

今回の試験は、搾乳前処理が完了してティートカ

表2. ディッピング処理別バルク乳中ヨウ素濃度分布 (%)

濃度 (ppb)	無処理	ポスト	プレ・ポスト
100~<200	88.9	72.7	61.5
200~<300	11.1	14.5	20.6
300~<400	0	3.7	10.2
400~	0	9.1	7.7

表3. ディッピング処理別乳頭表面のヨウ素残留量 (μ g/乳頭)

処理方法	試料数	平均±標準偏差	最小値	最大値
ポスト	41	17.1±18.6	0	71
プレ・ポスト	60	62.0±35.9**	8	159

** : 1%の危険率で有意差あり

表4. 搾乳直前の乳頭表面での
ヨウ素の残留状況 (%)

残留量 (μg/乳頭)	ポスト	プレ・ポスト
<10	48.8	1.7
10~<20	22.0	1.7
20~<40	14.6	30.0
40~<60	12.2	21.7
60~<80	2.4	23.3
80~<100	0	5.0
100~<120	0	10.0
>120	0	6.6

ップを装着する直前に拭き取りを行ったものであるから、拭き取りで得られたヨウ素は、日常の作業においては、搾乳の初期にティートカップ内で乳に混入する可能性が十分に考えられるものである。乳頭表面に残留していたヨウ素量はそれ自体、乳中ヨウ素濃度を高めるのに十分な量である。したがって、今まで観察されたディッピングに伴う乳中ヨウ素量の上昇は、乳頭表面での残留ヨウ素の混入がその一因となっていると判断された。

HEESCHEN and BLÜTHGEN (1990) は乳中への混入物質とその残留についての論文の中で、一日のヨウ素摂取の許容量は 150~300 μg と考えられ、ディッピングにより増加する乳中のヨウ素濃度は 150 ppb を超えてはならないし、さらに、人の健康を阻害しないような乳中ヨウ素濃度は 500 ppb 以下であると述べている。

日本人におけるヨウ素の適正摂取量についてはまだ明らかになってはいないが、ヨウ素欠乏による甲状腺機能障害を起こさないための必要なヨウ素量は安全率を考慮して、成人で一日 0.1 mg 以上と推定されている (厚生省保健医療局健康増進栄養課 A : 1994)。KATAMINE *et al.* (1986) によると、日本人の日常家庭食で成人は一日あたり 0.36~1.02 mg、大学病院普通食で 0.20~1.30 mg が測定されている。この値から、日本人は既に許容量を上回るヨウ素を摂取している人々が多いと考えられ、過剰による障害が懸念される現状にある。

一方、日本人のカルシウム摂取量の平均所要量に対する充足率は、各種栄養素の中で唯一欠乏状態にあり、この 15 年間改善の兆しが見られず、日本人の約 66.8% がカルシウム不足状態にある (厚生省保健

医療局健康増進課 B : 1994)。現在カルシウムの給源として最大寄与しているのは乳・乳製品で、全摂取量の 26% 以上を依存している。しかし 1992 年の牛乳の摂取量は 118 g 程度で、ほとんど伸びが見られない。現在社会問題化してきている骨粗鬆症の発症を予防するためにもカルシウムの摂取は充足されなければならない。この給源としての乳の重要性はわが国においては大である。

これらの観点から、牛乳の摂取を促すためにはヨウ素含量の少ない牛乳の生産・供給が必要とされ、現在問題視されている搾乳過程での乳中へのヨウ素の混入には十分な注意が必要である。ディッピングにより乳房炎の発生を低下させ、かつ乳本来の成分以外の物質が混入しないような、清潔で安全な乳生産のためのディッピング処理法が速やかに確立されることを期待するものである。

文 献

- 有賀秀子・西村篤史・田中 伸・田中隆伸・西部 潤・真鍋就人, (1994) ディッピング方法と乳中ヨウ素イオン濃度について, 北畜会報, **36** : 63-66.
- BERG, J. N. and D. PADGITT, (1985) Iodine concentrations in milk from iodophor teat dips, *J. Dairy Sci.*, **68** : 457-461.
- BRAY, D. R., NATZKE, R. P., EVERETT, R. W., and C. J. WILCOX, (1983) Comparison of teat dips with differing iodine concentrations in prevention of mastitis infection, *J. Dairy Sci.*, **66** : 2593-2596.
- BRUHN, J. C. and A. A. FRANKE, (1985) Iodine in cows milk produced in the USA in 1980-1981, *J. Food Prot.*, **48** : 397-399.
- CONRAD, L. M. and R. W. HEMKEN, (1978) Milk iodine as influenced by an iodophor teat dip, *J. Dairy Sci.*, **61** : 776-780.
- DUNSMORE, D. G., (1976) Iodophors and iodine in dairy products. 1. The iodine content of Australian dairy products, *Aust. J. Dairy Technol.*, **32** : 125-128.
- GALTON, D. M., PETERSSON, L. G., MERRIL, W. G., BANDLER, D. K. and D. E. SHUSTER, (1984) Effects of premilking udder preparation on bacterial population sediment, and iodine residue in milk, *J. Dairy Sci.*, **67** : 2580-2589.

HEESCHEN, W. H. and A. BLÜTHGEN, (1990) Veterinary drugs and pharmacologically active compounds. in MONOGRAPH ON RESIDUES AND CONTAMINANTS IN MILK AND MILK PRODUCTS. Special Issus No. 9101, 80, International Dairy Federation. Brusseles, Belgium.

HEMKEN, R. W., (1980) Milk and meat iodine content: relation to human health, J. Am. Vet. Med. Assoc., **176**:1119-1121.

北海道生乳検査協会, (1994) 平成5年度事業成績書, 44-49, 北海道生乳検査協会, 札幌.

KATAMINE, S., MAMIYA, Y., SEKIMOTO, K., HOSHINO, N., TOTSUKA, K., NARUSE, U.,

WATANABE, A., SUGIYAMA, R., and M. SUZUKI, (1986) Iodine content of various meals currently consumed by urban Japanese, J. Nutr. Vitaminol. Sci., **32**:487.

厚生省保健医療局健康増進栄養課A, (1994) 第五次改定日本人の栄養所要量, 107, 第一出版, 東京.
厚生省保健医療局健康増進栄養課B, (1994) 平成6年度国民栄養の現状, 平成4年国民栄養調査成績, 35-37, 第一出版, 東京.

SHELDRAKE, R. F., HOARE, R. J. T., CHEN, S. E., and J. MCPHILLIPS, (1980) Postmilking iodine teat skin disinfectants. 3. Residues., J. Dairy Res., **47**:33-38.