

タンパク還元価による乳類の適正管理について

小林 淑子 山脇 徳美* 武藤 倫子

食品による健康被害発生予防の一つとして、牛乳をはじめとする乳等の適正管理が要求されている。そこで、秋田県内で製造されている牛乳のタンパク還元価を測定し、乳の再利用、粉乳等の混入の有無を推察した。平成12年度は18検体、平成13年度は25検体の合計43検体について乳等の一般規格基準検査及びタンパク還元価を測定した。

その結果、一般規格基準検査に関しては食品衛生法上問題のあるものは無かった。しかし、平成12年度に検査した牛乳の1検体のタンパク還元価が18.20mg/dlと、すべての検体の最高値を示し、乳の再利用あるいは粉乳等の混入が疑われた。同製造所のものについて、平成13年度に同様の検査を実施した結果、タンパク還元価は9.01mg/dlと改善された。以上のことから乳等の適正管理の一つとしてタンパク還元価の測定が有効であることがわかった。

キーワード：生乳、牛乳、加工乳、乳飲料、タンパク還元価、乳の加熱処理

I はじめに

秋田県では県民の健康、生命の安全に関する危機管理の適正を図ることを目的として、平成11年に「健康危機管理基本指針」が策定された。これにより、健康危機管理の基本的な枠組みが定められ、さらに健康被害の発生予防、拡大防止、治療等に関するマニュアルが作成されている。このような危機管理体制は、全国的に各自治体で展開されている¹⁾。しかし、平成12年に大阪市で発生したY乳業による集団食中毒事件等は、予想をはるかに上回る状況下で被害が全国規模に広がった²⁾。

食品による健康被害を予防するには、HACCPシステムによる衛生管理のみならず、食品衛生法による厳しい規格基準のもとにモニタリング検査を行い、適切な監視指導を実施していくのが一般的である。しかし、この事件は厳しいHACCP管理のもとに監視されていたながら発生した。規制の対象外になっている検査項目を原因として発生したもので、従来の規格検査だけで指導が行われていた行政の盲点をついたものであった。

乳類のタンパク還元価は食品衛生法に設定された検査項目ではないが、加熱の履歴が明らかになり、乳の再利用や他物混入の有無が推察できるとされている³⁾。そこで、県内で製造されている乳等のタンパク還元価を測定することにより、乳の再利用、粉乳等の混入の有無を推察した。あわせて、加熱処理によるタンパク還元価に対する影響も検討したので報告する。

II 調査方法

1. タンパク還元価等の測定

1) 調査対象地区および検査試料

(1)平成12年度

北秋田地区 1 箇所

秋田地区 1 箇所

平鹿地区 1 箇所

湯沢・雄勝地区 3 箇所

の乳類製造業者から購入した原料乳7検体、飲用乳8検体、乳飲料1検体及び調乳液2検体の計18検体

(2)平成13年度

北秋田地区 1 箇所

秋田地区 1 箇所

由利地区 2 箇所

平鹿地区 1 箇所

湯沢・雄勝地区 4 箇所

の乳類製造業者から購入した原料乳10検体、飲用乳11検体、乳飲料2検体及び調乳液2検体の計25検体

2) 調査実施期間

(1)平成12年度：平成13年2月～3月

(2)平成13年度：平成14年2月

3) 検査項目及び検査方法

タンパク還元価、比重、酸度、無脂乳固形分及び乳脂肪はすべての検体について測定した。一般細菌数及び大腸菌群は原料乳及び調乳液については実施しなかった。

平成12年度に検査した秋田地区の原料乳1検体はタンパク還元価のみ測定した。フェリシアナイド還元法による牛乳のタンパク還元価は、日本薬学会編、乳製品試験法・注解⁴⁾に従った。タンパク還元価以外の乳

*現 大館鹿角健康福祉センター

類の一般規格基準項目の測定は食品衛生法に従った。

4) 装置

分光光度計U-2001型 日立製作所

乳脂肪分離用遠心器SuperVario-N FunkeGerber社

乳脂肪分離用恒温槽WB436-D FunkeGerber社

テーブルトップ遠心器4520 久保田製作所

恒温水槽BK500 ヤマト科学

2. 加熱処理がタンパク還元価へ与える影響

生乳を水浴中で65℃で、30、45、60及び90分加熱後、タンパク還元価を測定した。同様に、90℃で15、30、45及び60分加熱し、タンパク還元価の変化を測定した。

Ⅲ 結果及び考察

秋田県産の乳等についてタンパク還元価および乳類の一般規格基準項目を測定した。平成12年度の結果を表1に示した。

平成12年度の秋田地区の生乳は搾乳月日と検査月日に3日のずれがあったため、酸度および比重は測定しなかった。タンパク還元価と同時に測定した一般規格基準項目はすべて適合していた。生乳のタンパク還元価の平均値及び標準偏差は2.16±0.46mg/dl、牛乳は10.63±3.40mg/dl、加工乳は11.93±1.08mg/dl及び乳飲料は15.93mg/dlであった。測定したタンパク還元価の最高値は牛

乳で18.20mg/dlだった。

平成13年度の結果を表2に示した。

生乳のタンパク還元価の平均値及び標準偏差は2.12±0.64mg/dl、牛乳は8.19±1.31mg/dl、加工乳は11.16mg/dl、及び乳飲料は12.10±3.20mg/dlであった。

平成12年度に最高値を示したF製造所の牛乳のタンパク還元価は、9.01mg/dlであった。

加熱によるタンパク還元価の変化を図に示した。タンパク還元価は加熱と共に上昇した。65℃90分の加熱で約2mg/dl上昇し、90℃60分の加熱では7～8mg/dl上昇することがわかった。

図 加熱によるタンパク還元価の変化

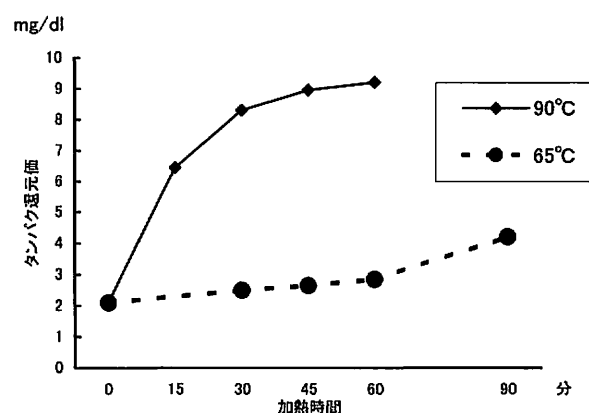


表1 平成12年度乳等検査結果

種類	地区	検査月日	製造所名	品名	還元価	平均値	S. D	比重	酸度 %	無脂乳固形分 %	乳脂肪 %	細菌数 (1ml当たり)	大腸菌群	備考 (殺菌方法等)
乳	原料乳	北秋田 H13.3.5	A乳業		2.57	2.16	0.46	1.033	0.11	8.8	4.0			Nの四季牛乳用
					2.56			1.033	0.11	8.7	3.9			H牛乳用
		秋田 H13.2.26	B牧場		1.92					8.4	4.9			参考値 搾乳月日 H13.2.23
		平鹿 H13.2.27	C乳業		2.59			1.032	0.10	7.2	5.2			
		雄勝 H13.2.15	D牛乳		1.98			1.031	0.11					
				E牛乳	1.22			1.032	0.11	8.1	5.0			
				F牛乳	2.30			1.033	0.11	8.7	3.9			
	乳用	北秋田 H.13.3.5	A乳業	Nの四季牛乳	9.36	10.63 (9.12)	3.40 (0.42)	1.032	0.12	8.7	4.0	0	陰性	130℃ 2秒
				H牛乳	9.56			1.032	0.12	8.9	3.7	0	陰性	130℃ 2秒
		平鹿 H13.2.27	C乳業	M高厚3.7牛乳	8.36			1.032	0.12	8.6	3.9	0	陰性	120℃ 2秒
								1.033	0.12	8.5	3.9	<30	陰性	75℃ 15分
		雄勝 H13.2.15	D牛乳	D牛乳	9.32			1.033	0.12	8.7	3.9	0	陰性	75℃ 15分
				E牛乳	9.01			1.033	0.12	8.7	3.9	0	陰性	75℃ 15分
				F牛乳	18.20*			1.034	0.10	9.0	4.1	<30	陰性	75℃ 15分
		北秋田 H13.3.5	A乳業	濃厚牛乳	10.85			1.033	0.13	8.8	4.3	0	陰性	130℃ 2秒
				低脂肪乳	13.01			1.036	0.12	8.9	1.0	0	陰性	120℃ 2秒
	乳飲料	北秋田 H13.3.5	A乳業	H元気牛乳	15.93			1.036	0.13	9.0	3.4	0	陰性	
	その他	北秋田 H13.3.5	A乳業	加工乳用	4.71			1.034	0.12	8.7	4.4			生乳80%(加工乳用)
				乳飲料用	10.04			1.037	0.13	9.5	3.1			生乳30%(乳飲料用)

() は*印を除いた値

表 2 平成13年度乳等検査結果

種類			地区	検査月日	製造所名	還元価	平均値	S.D.	比重	酸度 %	乳脂肪 %	無脂乳 固形分%	細菌数 (1ml当たり)	大腸菌群	備考 (殺菌方法等)									
乳	原料乳	生乳	北秋田	H14.2.26	A乳業	2.44 2.21	2.12	0.64	1.033	0.14	4.1	8.7												
			秋田	H14.2.15	B牧場	2.48			1.031	0.14	4.3	8.0												
			由利	H14.2.4	G牧場 T牧場	2.10 2.98			1.033	0.14	3.7	9.4												
						1.033			0.13	5.3	9.5													
			平鹿	H14.2.25	C乳業	3.10			1.034	0.14	5.0	9.5												
						1.033			0.14	4.4	8.7													
		湯沢・雄勝	H14.2.20	D牛乳 E牛乳 F牛乳 Kフーズ	1.13 1.97 1.43 1.33	1.032			0.13	4.1	8.5													
					1.034	0.14			4.8	9.0														
					1.033	0.12			4.2	8.9														
					1.032	0.14			4.2	8.7														
					飲用乳	牛乳			北秋田	H14.2.26	A乳業				9.47 8.70	8.19	1.31	1.033	0.14	4.1	8.6	0	陰性	130℃ 2秒
															1.032			0.13	3.9	8.4	0	陰性	130℃ 2秒	
	由利	H14.2.4	G牧場 T牧場	4.52 7.80			1.034	0.14	5.0	8.9	<30	陰性	65℃ 30分											
				1.033			0.14	4.8	9.0	<30	陰性	75～78℃ 30分												
	平鹿	H14.2.25	C乳業	8.19 7.97			1.033	0.13	4.0	8.5	0	陰性	120℃ 2秒											
				1.034			0.14	5.1	9.0	0	陰性	120℃ 2秒												
	湯沢・雄勝	H14.2.20	D牛乳 E牛乳 F牛乳 Kフーズ	8.69 8.78 9.01 8.78	1.033	0.14	4.1	8.6	<30	陰性	75℃ 15分													
				1.033	0.14	4.2	8.6	0	陰性	75℃ 15分														
				1.034	0.14	4.0	8.9	<30	陰性	75℃ 15分														
				1.032	0.14	4.2	8.8	<30	陰性	65℃ 30分														
	加工乳	北秋田	H14.2.26	A乳業	11.16			1.034	0.15	4.3	8.9	0	陰性	130℃ 2秒										
	乳飲料	乳飲料	乳飲料	北秋田	H14.2.26	A乳業	15.30	12.10	3.20	1.035	0.14	3.2	9.2	0	陰性									
	平鹿	H14.2.25	C乳業	8.90	1.036	0.14	2.0			9.0	0	陰性	120℃ 2秒											
その他	その他	調乳液	北秋田	H14.2.26	A乳業	3.37 10.32			1.033	0.15	4.7	8.5			生乳80%									
									1.036	0.14	3.2	9.4			生乳30%									

生乳17検体（平成12、13年度の合計、以下同じ）のタンパク還元価は平均値で2.14mg/dlで、年度による差はみられなかった。生乳のタンパク還元価は春～夏期に比べ冬期が高いという季節変動が知られている³⁾。本調査は調査時期が冬期のみであったことから、季節による差はみることが出来なかった。年間を通じた調査を実施し、生乳の年間の変動データを把握しておく必要があると考えられる。生乳のタンパク還元価の平均値は慶田ら⁵⁾が報告した値2～4 mg/dlや荒井³⁾の1.97±0.75mg/dlに類似しており、特記すべき値を示したものはなかった。

牛乳16検体のタンパク還元価の平均値及び標準偏差は9.01±2.61mg/dlで、既に報告されている7.12～15.92 mg/dl³⁾の範囲にあった。しかし、牛乳の1検体が18.20 mg/dlと高い値を示した。この値は加工乳の平均値11.67 mg/dlや乳飲料の平均値13.38mg/dlより高かった。

タンパク還元価を上昇させる要因として、加熱処理の状況および還元乳等の使用があげられる⁶⁾。練乳および粉乳では濃縮乾燥の加熱処理により還元性物質が増加し、

タンパク還元価がかなり高くなることが知られている。また、我が国で殺菌方法として最も広く採用されている超高温瞬間殺菌法（以下UHT）は、タンパク質を安定させるため、80～85℃に一定時間保持した後、120～150℃で瞬間加熱するもの⁷⁾である。この加熱殺菌条件ではタンパク還元価が約5 mg/dl上昇することが推察されている。

平成13年度調査した8製造所中2製造所がUHT、4製造所が恒温保持殺菌法（75℃以上15分以上）、2製造所が低温保持殺菌法（62～65℃、30分、以下LTLT）を採用していた。生乳を70℃以上に加熱することによって発生する加熱臭がないことから、最近では牛乳の風味を保つために、低温保持殺菌法が好まれる傾向がある。

LTLT及び90℃の加熱処理を実験的に実施し、タンパク還元価の変動をみた。LTLTの場合、90分加熱で、タンパク還元価は約2 mg/dlしか上昇しなかった。また、90℃60分加熱で、7～8 mg/dlの上昇がみられた。

本調査で、タンパク還元価の最高値を示した牛乳の原

料乳は、タンパク還元価が2.30mg/dlであった。さらに、この牛乳は75℃15分の恒温保持殺菌法を採用していることを考慮すると、タンパク還元価が15mg/dl以上になるのは、いかにも不自然である。これらのことから、粉乳等の他物の混入あるいは乳の再利用が行われている可能性が否定できない。

乳類は食品衛生法で厳しい規格基準が設定され、特に牛乳は他物の混入を一切禁じている。しかし、1997年に全酪連の脱脂粉乳混入事件、また2001年には雪印乳業で乳の再利用事件等、乳に関する不正事件は後を絶たない。これらの事件を踏まえて、牛乳の表示義務も強化されたが、通常監視で実施される一般規格基準検査から粉乳等の混入の有無や、乳の再利用を推し量ることは難しい。

本調査で用いたフェリシアンイド還元法によるタンパク還元価は、分析コスト、使用機器および分析手法等から考えてもルーチンワークに組み入れることが容易である。通常監視に利用するデータとして良好なものと考えられた。

また、今回の結果から、市販されている乳については、生乳に近いものほどタンパク還元価が低く、乳類の自然度を示す指標の一つとして有用な値であることが推察された。

IV ま と め

秋田県内で製造されている乳等43検体のタンパク還元価を測定し、乳の再利用および粉乳、練乳等の混入の有無を推察した。

2年間の調査の結果、牛乳の1検体に18.20mg/dlとすべての測定値の最高値を示したものがあり、乳の再利用

あるいは粉乳等の混入が疑われた。

以上により、タンパク還元価は乳等の適正管理の指導に有効な手段の一つと考えられた。

謝 辞

本調査は地域保健推進特別事業の補助によって実施されました。ここに深謝いたします。

文 献

- 1) 江部高廣, 他, 平成9年度厚生科学特別研究報告書「地衛研の連携による危機的健康被害の予知及び対応システムに関する研究」, 平成10年3月.
- 2) 雪印食中毒事件に係わる厚生省・大阪市原因究明合同専門家会議, 雪印乳業食中毒事件の原因究明調査結果についてー低脂肪乳等による黄色ブドウ球菌エンテロトキシンA型食中毒についてー, 食品衛生研究, 2001; 51(2): 17-91.
- 3) 荒井威吉, 最近の牛乳のタンパク還元価(フェリシアンイド還元法)の水準について, 食品衛生研究, 1998; 48(9): 101-111.
- 4) 日本薬学会編, 衛生試験法注解, 金原出版(株), 1980; 261-262.
- 5) 慶田雅洋, 他, フェリシアンイド還元法による牛乳のタンパク還元価の測定, 食衛誌, 1973; 14(3): 258-263.
- 6) 佐々木林治郎, 他著, 乳の化学, 地球出版(株): 123-134.
- 7) 上野川修一編, 乳の科学, 朝倉書店, 2000; 148-153.