

## 缶詰ミルクコーヒーのゲル状凝固物の発生条件と防止

田邊 利裕, 青山 好男, 樋口 香織,  
中西 律子\*, 村井 恵子\*

### Influences of Various Factors on the Gel-like Coagulation in Canned Milk Coffee Products and the Prevention of the Coagulation

Toshihiro Tanabe, Yoshio Aoyama, Kaori Higuchi,  
Ritsuko Nakanishi\* and Keiko Murai\*

Influences of various factors on the gel-like coagulation in the canned milk coffee products were examined. The occurrence of the coagulation was strongly dependent on pH, coffee extract content, milk content, type of milk. However, the content of tannin, caffeine, sugar and emulsifier in the beverage gave little effect on the coagulation. The higher the concentration of coffee and lower the milk content of the beverage, the more the coagulation occurred. Since no coagulation occurred in the narrow range of pH, it was difficult to prevent the coagulation by pH adjustment of the beverage. The addition of  $\beta$ -lactoglobulin to the beverage had the promotive effect and the addition of casein had the inhibitory effect on the coagulation. In the canned milk coffee, the addition of casein had no influences on the sensory evaluation of the beverage. It seems to be the effective method for the prevention of the coagulation.

Key words : milk coffee, coagulation, milk protein, calcium, canned beverage, casein

#### 背景と各実験の目的

前報<sup>1)</sup>で、ゲル状凝固物の再現試験法が確立されたことを受け、本報では、凝固現象が起こる条件を以下のように詳細に検討し、さらにそれらの知見から、防止法を考案したので報告する。

#### 1. pHの影響

前報で、チオール-ジスルフィド交換反応が起こったことが凝固の発生要因となったと考察した。この反応速度はpHに依存することが知られている<sup>2)</sup>ため、pHと凝固物発生の有無の関係を調査した。

#### 2. 乳の影響

一般的にミルクコーヒーの原材料として使用される牛乳は、超高温 (UHT) 殺菌乳である。しかし、市場にはこの他にも低温長時間 (LTLT) 殺菌乳がある。この低温長時間殺菌乳は、文字通り、長時間殺菌されているために、遊離のチオール基をふさぐような酸化反応などが、

---

\* : 元研究所職員

UHT 殺菌乳よりも起こりやすいものと考えられる。そのため、低温長時間殺菌乳の方が、凝固が起こりにくいことが期待された。さらに、チオール-ジスルフィド交換反応は、 $\kappa$ -カゼインと $\beta$ -ラクトグロブリンとの間で起こることが必要と考えているが、ヒトの乳には、 $\beta$ -ラクトグロブリンが存在しない<sup>3)</sup>ため、この反応が起こらないはずである。そこで、使用される乳の種類や濃度に対しての凝固物発生の有無を調査した。

### 3. 各種コーヒー成分の影響

コーヒー濃度が高いほど凝固物が発生しやすくなると予想されていたため、コーヒー成分に着目した試験を実施することとした。

当初、タンニン類がタンパク質を凝固させる性質があることから、この凝固物発生を促進する物質として、コーヒータンニンが考えられていた。しかし、コーヒータンニンは、クロロゲン酸類が主要物質であり、それらのタンニン性は低く、現在では「タンニン」と呼ぶにはふさわしくないとされ、「コーヒーポリフェノール」と呼ばれるのが普通となりつつあるぐらいなもので、これがそのタンニン性でもってミルクタンパク質を凝固させているかどうかは疑わしい。

我々は、凝固の原因がチオール-ジスルフィド交換反応にあると考えていたので、コーヒー成分の還元力が関係していると考えた。事実、特にデータは示さないが、新鮮なコーヒーを使用した方が、凝固物が発生しやすくなる傾向があることが、我々の経験として得られている。コーヒータンニンも還元力があると思われるが、その他に色素成分が強い還元力を持つことが考えられる。また、コーヒーに特徴的に多く含まれている成分として、カフェインが関与している可能性が考えられなくもない。そこで、コーヒー成分の何が凝固物発生に関与しているかについての試験を行った。

### 4. 砂糖および乳化剤の影響

ミルクコーヒー中の処方物として、コーヒーと乳と重曹の他に、一般的に砂糖および乳化剤としてショ糖脂肪酸エステル (SE) が含まれている。そこで、砂糖と乳化剤の影響を調査することとした。

### 5. 酸素の影響

容器詰飲料を考えた場合、ヘッドスペースガス (酸素) が少なからず存在し、凝固物発生にコーヒーの還元力が関与していることが考えられたため、その影響は無視できないものと思われる。そこで、酸素の影響についても調査することとした。

### 6. 発生防止法 ( $\beta$ -ラクトグロブリンおよびカゼインの添加効果)

後述するが、上記までの試験結果で、凝固物の発生には何が関与しているかが、ほぼ明確となった。一つは、コーヒー抽出液成分の還元力であり、一つは、ミルクタンパク質中の $\kappa$ -カゼインと $\beta$ -ラクトグロブリンの間で起こるチオール-ジスルフィド交換反応であり、もう一つは、pHである。この中で最も重要なのが、 $\kappa$ -カゼインと $\beta$ -ラクトグロブリンの間で起こるチオール-ジスルフィド交換反応であり、これが多量に起こるとカゼインミセルが崩壊し、凝固物が発生すると我々は考えている。

さて、凝固物発生防止法を考える上で、基本的に $\beta$ -ラクトグロブリンがなければ、このメカニズムが働かなくなるはずであることに着目すると、 $\kappa$ -カゼインに対して $\beta$ -ラクトグロブリンがどの程度の割合になっているかがポイントであると思われる。つまり、 $\beta$ -ラクトグロブリン

ンと $\kappa$ -カゼインの相対的な含量の比率がポイントであろうと思われる。

そこで、両者の比率を変えることで、凝固物の発生に対しどのような影響が出るか調査することとした。まずは、凝固物が発生しやすくなると予想される $\beta$ -ラクトグロブリン添加試験、次に凝固物が発生しにくくなると予想されるカゼイン添加試験を行い、その結果を防止法として利用できないかを検討した。

## 実験材料と方法

### 1. 材料と処方

原則として前報<sup>1)</sup>に準じた。ただし、試験目的の必要に応じて、各種成分を段階濃度とした。

#### 1) pHの影響

炭酸水素ナトリウム（重曹）を9水準の濃度（0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.5%）とし、さらにコーヒー抽出液も段階濃度（Brix 1.0~2.5の任意）とした。計134種類のサンプルを調合後、全てのサンプル液のpHを測定した。

#### 2) 牛乳濃度の影響

牛乳を段階濃度（1, 2.5, 2.85, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, 20, 30%）とし、さらにコーヒー抽出液も段階濃度（Brix 0.3~2.0の任意）とし、サンプルを調合した。

#### 3) 乳の種類の影響

牛乳は、超高温（UHT）殺菌乳（雪印乳業社製）および低温長時間（LTLT）殺菌乳（共進牧場社製）の2種類を使用した。

ヒト乳は、28歳女性に協力いただき、常乳を採取し、生のまま使用した。

#### 4) 各種コーヒー成分の影響

##### (1) タンニン類の影響

添加物として、クロロゲン酸（和光純薬社製一級）を25mg/dl, 50mg/dlの2条件、タンニン酸（和光純薬社製化学用）を50mg/dl, 100mg/dlの2条件とした。

一方、タンニン類低減処理として、コーヒー抽出液をポリビニルポリピロリドン（シグマ社製）に接触させたものを調製した。

総タンニン濃度は、酒石酸鉄法により測定し、クロロゲン酸換算で表現した。

##### (2) カフェインの影響

カフェイン（和光純薬社製特級）を、0（標準処方）、25, 50, 75, 100mg/dl添加したサンプルを調製した。

##### (3) 色素成分の影響

コーヒー色素そのものは、試薬として入手できなかったため、代替として、砂糖由来のカラメル色素（池田糖化社製）を使用した。カラメルの添加濃度は、Brix 0（標準処方）、0.1, 0.2, 0.3, 0.4とした。

#### 5) 砂糖の影響

砂糖は、市販のグラニュー糖（メーカー不詳）を使用した。

砂糖の濃度は、0%と6%（標準処方）の2段階とした。

#### 6) 乳化剤の影響

乳化剤は、シヨ糖脂肪酸エステルP-1570（三菱化学フーズ社製）を使用した。

濃度は、0, 0.025, 0.05（標準処方）、0.075, 0.1%の5段階とした。

#### 7) 酸素の影響

##### (1) 酸化還元剤の影響



ヘッドスペース量を段階的にした予備試験では、その結果が微妙なもので信頼性に欠いていることが否めなかった。そこで、もっと極端な方法として、酸化還元剤を直接添加する方法を試みた。

酸化剤としては、過酸化水素水（和光純薬社製特級）を使用し、0.15%となるように添加した。還元剤としては、ジスルフィド結合を切断するのによく使用される2-メルカプトエタノール（和光純薬社製生化学用）を選定し、1%となるように添加した。

## (2) インスタントコーヒーの場合

インスタントコーヒーは、その製造および保存の際に、多くの空気酸化を受けている可能性が高いと思われる。したがって、酸素が関係しているならば、レギュラーコーヒーの代わりにインスタントコーヒーを使用した場合、凝固物の発生に対し影響が出るものと考えられる。

インスタントコーヒーは、ネスレ社製の「ネスカフェエクセラ」を使用した。

コーヒー濃度は、Brix 1.3から2.5までの13段階とした。

## 8) 発生防止法（ $\beta$ -ラクトグロブリンおよびカゼインの添加効果）

$\beta$ -ラクトグロブリンは、シグマ社製のものを使用した。

$\kappa$ -カゼインについては、それが含まれているものならば何でも良いと考え、 $\kappa$ -カゼイン標品を添加する代わりに、 $\alpha$ -、 $\beta$ -カゼインも含むカゼインを使用した。食品添加物としてよく利用されるカゼインのナトリウム塩（日本プロテン社製）およびカゼイン（和光純薬社製）を水酸化カリウム水溶液で溶解しpH調整したもの（カゼインカリウム）の2種類を使用した。カゼインナトリウムの実験に関しては、牛乳20%のものでも試験した。

## 2. 評価方法

試験管サンプルの作製法は前報<sup>1)</sup>に準じた。

殺菌処理はオートクレーブ20分とし、殺菌終了後、目視にて凝固物の有無を確認した。

## 結 果

### 1. pHの影響

結果を、Fig. 1に示す。

ゲル状凝固物が、殺菌前のpHがおよそ6.6以上かつコーヒー濃度が Brix 1.5以上で発生することが確認された。さらに、殺菌前のpHがおよそ7.2以上であるとコーヒー濃度が Brix 1.1以上で発生することも確認され、殺菌前のpHがアルカリ性側になると、コーヒー濃度が比較的低い濃度であっても、ゲル状凝固物が発生しやすくなる傾向があることが認められた。

一方、殺菌前のpHがおよそ6.4以下であると、ゲル状凝固物とは別種のカゼイン酸凝固物（等電点沈殿物）が発生した。

なお、殺菌前のpHが6.4~6.5の範囲であると、凝固物が全く発生しなかった。

### 2. 牛乳濃度の影響

ゲル状凝固物が、コーヒー濃度が高いほど、牛乳濃度は逆に低いほど、凝固物が発生しやすいことが認められた（Table 1）。また、特にデータは示さないが、試験の再現性は良好であった。

各牛乳濃度における凝固の有無の境目をグラフにプロットすると、Fig. 2に示したように、対数関数に近似できることが認められた。

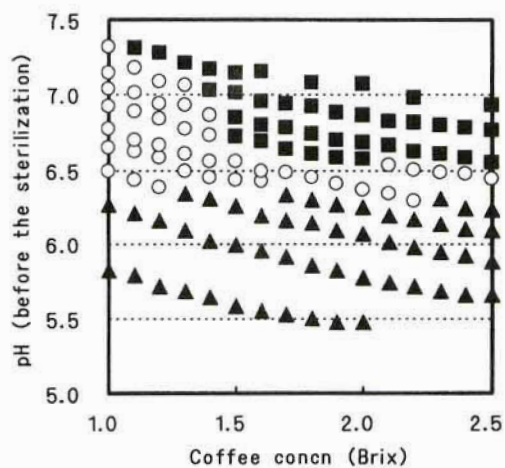


Fig. 1 The relationship between pH and the existence of the coagulation

■ : gel-like coagulation  
 ○ : no coagulation  
 ▲ : acid coagulation

Table 1 The relationship between milk concentration and coffee concentration for the existence of the coagulation (all results)

Milk concn (%)	The existence of the coagulation for the coffee concn																	
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+								
2.5	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.85				-	-	-	+	+	+	+	+	+						
5	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.5										-	+	+	+	+	+	+	+	+
10										-	-	-	+	+	+	+	+	+
12.5											-	-	+	+	+	+	+	+
15											-	-	-	+	+	+	+	+
17.5											-	-	-	-	+	+	+	+
20											-	-	-	-	-	+	+	+
30														-	-	-	+	+

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

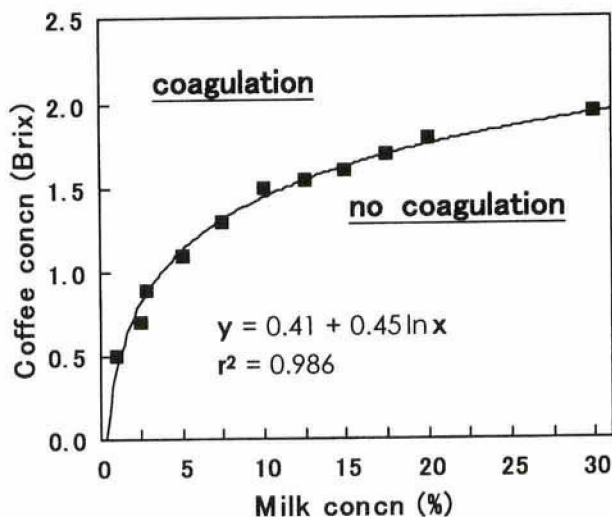


Fig. 2 The relationship between milk concentration and coffee concentration for the existence of the coagulation (the plotting in the border line)

### 3. 乳の種類の影響

凝固物は、低温長時間殺菌乳で発生しにくくなり、ヒト乳では全く発生しなかった (Table 2).

### 4. 各種コーヒー成分の影響

#### 1) タンニン類の影響

凝固物の発生が、タンニン類の濃度に全く関係がなく、コーヒー濃度に関係していることが認められた (Table 3).

#### 2) カフェインの影響

凝固物の発生の有無が、0 から100mg/dlまでのカフェイン添加濃度で、影響が認められなかった。

#### 3) 色素成分の影響

凝固物の発生がカラメル濃度に依存し、コーヒー濃度との和が1.5ないし1.6となると発生した

Table 2 The relationship between type of the milk and coffee concentration for the existence of the coagulation

Milk types	The existence of the coagulation for the coffee concn												
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
UHT	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LTLT	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Human	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

Table 3 The relationship between tannic concentration and the existence of the coagulation

Sample		Coffee concn (Brix)	Tannic concn (mg/dℓ)	The existence of the coagulation
Control-1		1.3	300	no coagulation
Chlorogenic acid	+25mg/dℓ	1.3	325	no coagulation
	+50mg/dℓ	1.3	350	no coagulation
Tannic acid	+50mg/dℓ	1.3	350	no coagulation
	+100mg/dℓ	1.3	400	no coagulation
Control-2		1.8	420	coagulation
De-tannin treatment		1.8	270	coagulation

ことから、その効果は、コーヒー濃度にほぼ匹敵するものであった (Table 4)。

## 5. 砂糖の影響

砂糖が全く入っていないなくても、標準処方 (6%) 同様に凝固物が発生し、凝固物の発生が砂糖の濃度に全く関係ないことが認められた。

## 6. 乳化剤の影響

凝固物の発生が、無添加 (0%) の時のみ抑制されたが、その他の濃度では影響が見られなかった (Table 5)。

## 7. 酸素の影響

### 1) 酸化還元剤の影響

凝固物の発生が、酸化剤 (過酸化水素) の添加で抑制され、還元剤 (2-メルカプトエタノール) の添加で促進されることが認められた (Table 6)。

### 2) インスタントコーヒーの場合

インスタントコーヒーでは、Brix 1.3から2.2まで凝固物が発生せず、2.3以上で発生した。明ら

Table 4 The relationship between caramel concentration and coffee concentration for the existence of the coagulation

Addition caramel concn (Brix)	The existence of the coagulation for the coffee concn				
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
0	-	-	-	-	+
0.1	-	-	-	+	+
0.2	-	-	-	+	+
0.3	-	-	+	+	+
0.4	-	+	+	+	+

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation



Table 5 The relationship between emulsifying agent concentration and coffee concentration for the existence of the coagulation

Emulsifying agent concn (%)	The existence of the coagulation for the coffee concn					
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
0	-	-	-	-	-	+
0.025	-	-	+	+		
0.05	-	-	+	+	+	+
0.075	-	-	+	+		
0.1	-	-	+	+		

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

Table 6 Effect of the oxidoreduction reagent addition for the existence of the coagulation

Oxidoreduction reagent	The existence of the coagulation for the coffee concn						
	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Hydrogen peroxide 0.15%			-	-	-	-	+
Control (no addition)	-	-	-	+	+	+	+
2-Mercaptoethanol 1%	-	+	+	+	+	+	+

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

かに、レギュラーコーヒーと比較して凝固物が発生しにくいことが認められた。

## 8. 発生防止法 ( $\beta$ -ラクトグロブリンおよびカゼインの添加効果)

### 1) $\beta$ -ラクトグロブリン添加試験

$\beta$ -ラクトグロブリン添加濃度に依存して、凝固物が発生しやすくなった (Table 7)。

### 2) カゼイン添加試験

カゼインの添加により、凝固物の発生が抑制されることが認められた (Table 8, 9)。

牛乳10重量に対し、カゼイン1重量以上の添加で、顕著に凝固物の発生を防止できた。

## 考 察

まず、pHの影響に関する実験により、ゲル状凝固物の発生が、殺菌前のpHに依存していることが示されたが、これは、この凝固物の発生がチオール-ジスルフィド交換反応に起因しているという前報の考察に対し、肯定的な結果であると考えられる。

殺菌前のpHが7を超えると、低いコーヒー濃度であっても凝固物が発生した。このことは、このゲル状凝固物がカゼイン酸凝固物と誤解され、凝固物の発生を防ぐために重曹の添加量を増やしてしまうと、逆に、さらに凝固物が発生しやすくなってしまふことを示唆している。

一方、凝固物が全く発生しないpH領域があることも示されているが、コーヒー抽出液のpHのバラツキを考えれば、凝固物が発生しないpH範囲が0.1と狭く、実生産の場でコントロールできるかという点で疑問である。



Table 7 Effect of the  $\beta$ -lactoglobulin addition for the existence of the coagulation

$\beta$ -Lactoglobulin addition concn (%)	The existence of the coagulation for the coffee concn						
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
0 (Control)	-	-	-	-	-	+	+
0.05	-	-	-	-	+	+	+
0.1	-	-	+	+	+	+	+
0.2	-	+	+	+			

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

Table 8 Effect of the casein addition for the existence of the coagulation (at 10% milk)

Concn of the Caseinate (%)		The existence of the coagulation for the coffee concn							
		1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
Control	0	-	-	+	+	+	+	+	+
Sodium	0.075				-	+	+	+	+
caseinate	0.090				-	-	-	+	+
	0.105				-	-	-	-	-
Potassium	0.05			-	-	-	-	+	+
caseinate	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

Table 9 Effect of the casein addition for the existence of the coagulation (at 20% milk)

Concn of sodium caseinate (%)	The existence of the coagulation for the coffee concn									
	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3
0 (Control)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ : gel-like coagulation, - : no coagulation

次に、牛乳濃度に関する実験により、ゲル状凝固物の発生が、コーヒーの濃度と牛乳濃度の両方に依存していることが示された。ミルクタンパク質を凝固させるために、牛乳濃度に対し、コーヒー由来の成分がある一定割合以上必要なため、このような結果となったものと考えられる。しかしながら、その割合の関係が、対数関数の関係に非常に良く近似された理由は、現在のところ明らかではない。

また、ゲル状凝固物の発生の有無が乳の種類に依存し、UHT 殺菌乳と比較して、LTLT 殺菌乳では凝固物の発生が抑制され、ヒト乳では全く発生しなかった。チオール-ジスルフィド交換反応が、 $\kappa$ -カゼインと $\beta$ -ラクトグロブリンとの間で起こることが、凝固物発生原因であると考えられるため、 $\beta$ -ラクトグロブリン含量に依存した結果であると推察される。

次に、各種コーヒー成分の影響に関する実験により、凝固物の発生に対し、コーヒーの主要成分のうち、タンニン類やカフェインは関与せず、カラメルが関与していることが示された。

コーヒーの色素については、中林の研究で、ショ糖やクロロゲン酸などから誘導されることが報告されているが<sup>4)</sup>、コーヒー中に、どの程度のカラメルが含まれているかについては明らかではない。しかしながら、カラメルと同様の色素成分が含まれていることは容易に推定できる。データは示さないが、我々は、カラメルが強い還元力を持つことを確認している。今回、凝固物の発生がカラメル濃度に依存するという結果を得たことによって、コーヒーの色素成分の還元力が、凝固物の発生に対し、最も影響している可能性が高いことが示唆された。この還元力こそ、チオール-ジスルフィド交換反応を起こさせる原動力となっているものと推察する。

次に、砂糖および乳化剤の影響に関する実験により、砂糖は凝固物の発生に対し全く関係がないことが、乳化剤も実質的に影響しないことが認められた。ただし、乳化剤が全く入っていないときのみ凝固物の発生が起りにくくなったことは、カゼインミセルが不安定化した際、乳化剤(界面活性剤)があると、疎水結合で会合しているミセルコロイドにとっては、より不安定化が進むものになり、なければそのことが起りにくくなることによるための結果と想像できる。なお、乳化剤は、脂肪分の分離抑制や抗菌性を得るために処方されているものであり、凝固物発生防止のために、これを抜くということではできないものである。

次に、酸素の影響に関する実験によれば、酸素の影響はあると見て良いだろう。凝固物の発生にコーヒーの還元力が関与していると考えられることから、酸素(酸化剤)の存在で凝固物の発生が抑制される方向となることが、容易に説明できる。また、インスタントコーヒーでの結果もあわせて考えると、新鮮なコーヒーの方が古い(酸化した)コーヒーよりも、凝固物が発生しやすくなることも推察される。ただし、これを凝固物発生防止のために利用するには、品質の問題(風味の劣化)が生じる可能性が極めて高いため、無理があるものと考えられる。

最後に、防止法に関する実験により、牛乳中で本来存在する $\kappa$ -カゼインと $\beta$ -ラクトグロブリンの比率から、カゼインを添加することで $\beta$ -ラクトグロブリンの比率を相対的に十分に下げれば、ゲル状凝固物の発生を明確に防止できることが認められた。

カゼインについては、すでに乳化剤の補助的目的で添加されているコーヒー製品が市場にいくつもあり、今回の添加量はそれらのものよりは多いが、それでも風味に害のある影響がでることは、まず無いと考えて差し支えないものと考えられる。そのため、凝固物の発生防止として、カゼインの添加が、最も効果が高く害の少ない方法であると考えられる。

カゼインの添加法を適用する際の一番の注意点は、pHである。pHが殺菌前で7以上であると効果がほとんど得られない(データは示さない)。これは、チオール-ジスルフィド交換反応は、pHにその反応速度が依存し、アルカリ性側になるほどに反応速度が高くなる性質があることによるものと考えられる<sup>2)</sup>。そのため、殺菌前のpHは6.5~6.8の間になるように調整する必要がある。

もう一つの注意点は、添加量である。添加量が充分でない場合凝固物が発生するが、凝固すべきカゼインがもとよりも多い状態であるために、凝固物の発生量が増えてしまい、問題が大きくなるからである。

結論として、缶詰ミルクコーヒーにおけるゲル状凝固物の発生は、コーヒー抽出液中の色素成

分の強力な還元力とわずかの持ち込みのカルシウムが原因となり、カゼインミセルを安定化させている $\kappa$ -カゼイン多量体中のジスルフィド結合が、 $\beta$ -ラクトグロブリンのチオール基と交換反応が起こりやすくなり、カゼインミセルが崩壊し、カルシウム感受性の $\alpha$ -および $\beta$ -カゼインが凝固して発生したものであり、これを防止するためには、チオール-ジスルフィド交換反応がより起こりにくいpH領域で、 $\kappa$ -カゼインに対し $\beta$ -ラクトグロブリンの量が相対的に低くなるようにすれば良いということが示された。

### 要 約

ミルクコーヒー中に発生するゲル状凝固物について、その発生の有無が、コーヒー濃度、pH、牛乳濃度、乳の種類、カラメルに影響され、タンニン類、カフェイン、砂糖、乳化剤は、実質的に影響を与えなかった。加えて、凝固物の発生に対し、 $\beta$ -ラクトグロブリン添加は促進的に働き、カゼイン添加は抑制的に働いた。

発生防止法としては、チオール-ジスルフィド交換反応がより起こりにくいpH領域で、 $\kappa$ -カゼインに対し $\beta$ -ラクトグロブリンの量が相対的に低くなるようにすれば良い。ミルクコーヒー製品において、カゼインの添加が、風味に対して害がなく、防止法として最も効果的な方法であると考えられた。

### 参 考 文 献

- 1) 田邊利裕, 青山好男, 中西律子, 村井恵子: 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所研究報告書, 24, 167-174, (2002).
- 2) 石黒正恒: SH基の化学修飾, (株学会出版センター, 東京 (1978)).
- 3) 山内邦男・横山健吉編: ミルク総合事典, (株朝倉書店, 東京 (1992)).
- 4) 中林敏郎: 食品工誌, 22 (10), 507-512 (1975).