

チョコレートの粒子径評価

—食感に影響する粒子径分布および粗粒子量の評価について—

木下 健

ユーザーベネフィット

- ◆ チョコレート中に存在する固体粒子の粒子径分布をSALD-2300で簡単に測定できます。
- ◆ iSpect DIA-10は粒子径分布だけでなく、指定粒子径範囲における粒子の個数濃度を測定することもできます。

■はじめに

粒子状物質を含む材料や製品の特性を表す物性値のひとつとして粒子径分布がありますが、平均粒子径などの代表径だけで特性の違いを表せる場合もあれば、特定の粒子径以上の粒子量が重要となる場合など、材料や製品の種類、また、その使用目的によって注目すべき数値は変わってきます。

ここでは、粒子径管理が重要な製品のひとつとしてチョコレート为例として取り上げ、その食感評価を目的とした粒子径分布や特定粒子径範囲に存在する粒子量の測定の例を示します。

チョコレートの品質管理においては、一般的に、レーザー回折式粒子径分布測定装置等による粒子径分布の評価が行われているようですが、このニュースでは、レーザー回折式粒子径分布測定装置SALD-2300による粒子径分布測定に加えて、ダイナミック粒子画像解析システムiSpect DIA-10による測定も行うことで、粒子径や粒子濃度と食感の関連性について、従来とは少し異なる評価の可能性を示してみたいと思います。

■SALD-2300による粒子径分布測定

チョコレートは常温で固体ですので、この中に含まれる固体粒子の粒子径分布測定を行うためには何らかの溶媒中に溶かす（分散させる）必要があります。また、粒子径分布測定装置で測定する際には装置の適正濃度まで希釈する必要もあります。

今回はチョコレートに含まれる固体粒子のみの粒子径分布を測定するために、油脂分を溶解し、かつ、固体粒子を分散させることが可能な分散媒液として、イソプロパノールを選択しました。

分散条件および測定条件を表1、表2に示します。

表1 分散条件

分散媒	: イソプロパノール
分散剤	: なし
分散手順	: チョコレートブロックから0.1 gの試料を薄片状に削り出して50 mLビーカーに入れ、約40℃に加熱したイソプロパノールを20 mL加えて、出力240 Wの超音波パスで5分間超音波照射を行った

表2 測定条件

使用装置	: SALD-2300
アクセサリ	: 回分セル（測定中も試料液を攪拌した）
屈折率	: 1.70-0.021

試料として市販のミルクチョコレート2種（試料Fと試料UF）を用意し、測定に先立って筆者を含む数名で食べ比べをしてみました。食べ比べに際しては口蓋や舌上でのざらつき感や滑らかさの違いに重点を置きました。

その結果、個人差はあったものの、試料Fより試料UFの方がより滑らかな食感で、Fは多少のざらつきを感じるというのが大方の評価でした。

図1はSALD-2300による粒子径分布の測定結果です。2種のチョコレートの粒子径分布曲線を重ねて示しています。各試料とも、積算分布と頻度分布を表す2つの曲線で表しているため、合計4本の曲線が描かれています。

黒の曲線と○のマーカで描かれているのが試料F、赤の曲線と●のマーカで描かれているのが試料UFです。

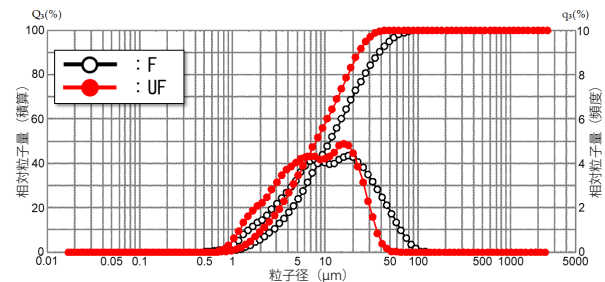


図1 SALD-2300によるチョコレート2種の測定結果

2つの試料には粒子径分布に明らかな差があり、そのため、メディアン径などの代表粒子径にも違いが出ています。粒子径分布の下限はいずれも0.7 μm程度ですが、上限については、試料Fが90 μm程度であるのに対し、試料UFは40 μm程度です。

一般的に固体粒子を含む食品に関して、人は20 μm以上の粒子について口中でざらつきを感じると言われています。しかし、粒子の大きさだけで、ざらつきの感じ方が決定されるわけではなく、その他の成分の影響も大きく、チョコレートの場合には含まれる油脂分の量やその融解特性などにも左右されると言われています。

今回の試料はミルクチョコレートで油脂分も多く含まれるため、20 μmより少し大きめの65 μm以上の粒子の存在比率に注目してみると、試料Fで1.77%、試料UFでは0.00%であり、粗粒子量と口中でのざらつき感の相関関係としては妥当と考えられます。

■ iSpect DIA-10による粒子径・個数濃度測定

ここまで、2種のチョコレートについて、SALD-2300により粒子径分布を測定し、その結果と食感の関係を見てきましたが、ここからはiSpect DIA-10による測定結果も合わせて考察してみたいと思います。

iSpect DIA-10は一般的な画像解析式の粒子径測定装置と異なり、測定範囲内の殆ど全ての粒子を検出できる特長を持っています。そのため、測定液中の個数濃度を正確に算出することが可能です。ただし、測定下限粒子径は5 μmであるため、SALD-2300の測定結果から今回の試料は測定下限以下の粒子も20数%から30数%含んでいることになり、粒子径分布全体を捉えることはできていません。

一方、測定上限の100 μmを超えている粒子はなく、粗粒子領域ではほぼ全ての粒子を検出できるので、ある粒子径以上の個数濃度については概ね正確に算出可能です。

以下に試料FとUFをiSpect DIA-10で測定した結果をご紹介します。分散手順は表1に示したSALD-2300と同じですが、測定時にさらに50倍希釈した結果、最終的な濃度は0.1 gのチョコレートをも1000 mLのイソプロパノール中に分散したものと同等になっています。

測定条件は表3のとおりです。

表3 測定条件

使用装置	: iSpect DIA-10
フレームレート	: 8 fps (撮影効率97%)
二値化閾値	: 110
分析総液量	: 0.1 mL

図2は試料Fと試料UFについて、粒子の最大長が大きい方から幾つかの粒子を表示したサムネイル画像です。試料Fの方がより粗粒子を含んでいると見られます。

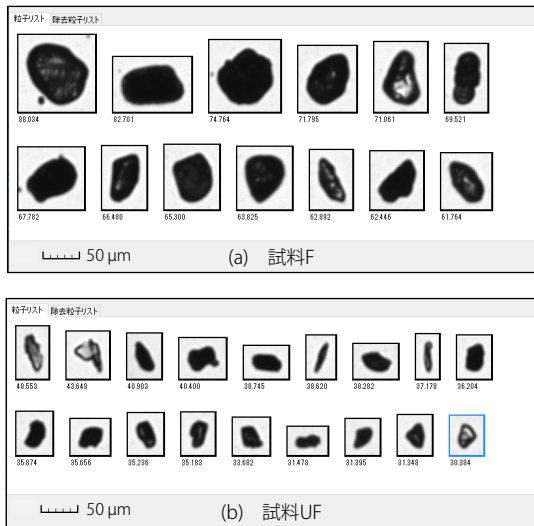
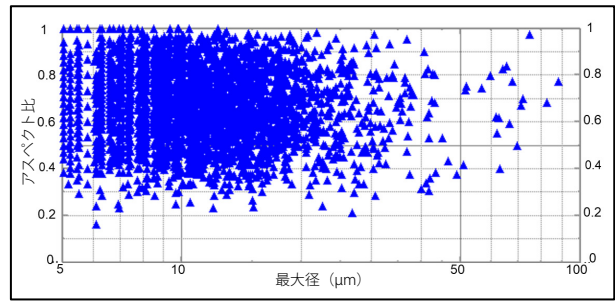


図2 iSpect DIA-10によるチョコレート2種の測定結果 (画像)

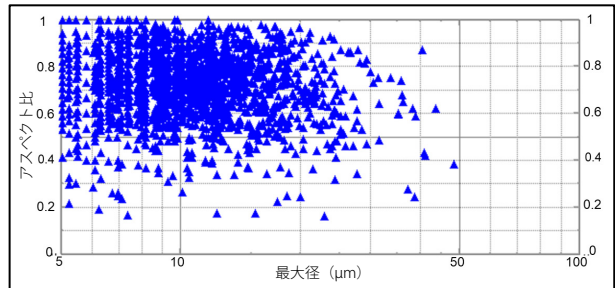
2種の試料の粗粒子域での差異をより分かりやすい形で見るために、散布図として表したものが図3です。粒子の最大長を横軸にとりアスペクト比を縦軸にとっています。

(a)が試料F、(b)が試料UFで、検出された総粒子数は、試料Fが14746個、試料UFが6861個でした。

総粒子数に2倍以上の開きがあるので直接的な比較がやや難しいですが、試料Fの方が粗粒子量が多いであろうこと、特に50 μm以上の粒子量に差が顕著であることが分かります。



(a) 試料F



(b) 試料UF

図3 iSpect DIA-10によるチョコレート2種の測定結果 (散布図)

既にご紹介したように、粒子径が20 μmを超えると人は口蓋でざらつきを感じるということなので、試料1g当たりに含まれる最大長が20 μm以上の粒子の個数を、個数濃度から算出してみました。比較として、40 μmおよび50 μm以上の粒子の個数を算出した結果も加えて、表4にまとめて示します。

人がチョコレートを食べたときに感じるざらつき感や滑らかさの指標として、どの数値が適するかは、さらに検討が必要と思われますが、どの程度の粗粒子量を含むかということは一つの基準になり得ると考えます。

表4 チョコレート中の特定粒子径以上の粒子の濃度と含有量

	試料	最大長		
		20 μm以上	40 μm以上	50 μm以上
個数濃度 (個/mL)	F	308	36	19
	UF	128	5	0
固体粒子含有量 (個/g)	F	308×10^4	36×10^4	19×10^4
	UF	128×10^4	5×10^4	0

■ まとめ

本報では固体粗粒子量の異なるチョコレートの粒子径分布を、SALD-2300とiSpect DIA-10の2機種で測定し、これらの結果と人が食したときの食感との関係についてご紹介しました。2つの測定手法の結果を合わせて見ていくことで、より深い考察が可能となったと考えます。

特にiSpect DIA-10による粗粒子の個数濃度の測定結果は粗粒子の量に起因する食感の評価に有用と思われる。そして、このことは食品分野に限らず、少量の粗粒子の存在量が重要となる他の分野においても有効であると期待できます。

SALD、iSpectは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。