



## 米国の乳由来 たんぱく質製品



### 付加価値があり、栄養価の高いソリューション

たんぱく質摂取がもたらす利点への認識が広がり、乳由来たんぱく質製品の需要が世界的に伸びています。米国のサプライヤーは乳由来たんぱく質製品の生産技術を高め、多様化するたんぱく質濃縮レベル、機能特性、その他の仕様に対応しています。使用用途はたんぱく質含有量によって多様化され、機能性や栄養価においての利点もあります。

### 研究によって生みだされる製品群

日々の技術進歩と惜しまぬ研究開発への投資により、米国は、付加価値のある乳由来たんぱく質製品の製品ポートフォリオを拡大することができたのです。米国は、世界最大のホエイ生産国および輸出国であり、近年では、ミルクたんぱく質（Milk Protein）の生産も増加しています。世界最大級の生乳生産量を誇るとともに、広大な土地を有し、研究開発への投資を行う米国の乳製品業界は、世界的な需要の高まりへの期待に応えることができます。

乳由来たんぱく質製品は、ホエイたんぱく質とミルクたんぱく質の、基本的な2種類に分類することができます。ホエイたんぱく質成分には、濃縮ホエイたんぱく質：Whey Protein Concentrate(WPC)、分

離ホエイたんぱく質：Whey Protein Isolate(WPI)等があり、たんぱく質中の割合は、WPCで34～89%、WPIでは、最低でも90%となっています。ミルクたんぱく質成分には、濃縮ミルクたんぱく質：Milk Protein Concentrate(MPC)、分離ミルクたんぱく質：Milk Protein Isolate(MPI)等があり、たんぱく質中の割合は、ホエイたんぱく質の成分とほぼ同じです。MPCは、牛乳に通常含まれているたんぱく質の構成比率と同じく、カゼインが80%、ホエイたんぱく質が20%の割合で含まれていますが、これに対して、WPCのたんぱく質はすべてホエイたんぱく質です。WPCとMPCの機能特性の違いは、各成分を構成する主要なたんぱく質の種類に起因していると考えられます。



ご存知でしたか？

- 米国は、単一国としてホエイ製品の最大の生産国であり、2014年には生産した74万トンのうち、約70%以上を輸出した。
- 米国におけるホエイ製品の生産は、スイートホエイから付加価値製品への移行が進んでいる。WPCとWPIの10年前の生産量は全体の27%を占めるにすぎなかったが、2014年には約40%に伸びている。
- 米国におけるMPCの生産は増加の一途をたどっている。2014年には、過去最高の56,600トンに達し、2013年に比べ23%増、2010年に比べ41%増となった。

出典：米国農務省



## 米国の乳由来たんぱく質製品

### 特性と応用

#### 幅広い食品への用途

ホエイ製品は、食感を改善し、風味を増強させるとともに色彩を高めます。また、乳化・安定し、粉末製品においては流動性と分散性を改善します。賞味期限の延長を可能にすることができ、食品の品質を向上させる多様な追加特性が確認されています。

機能特性は、その食品に含まれるたんぱく質レベル、ホエイたんぱく質の質、pH、イオン環境、予熱・加熱処理、脂質の存在といった要因等によって影響されます。広範な pH で溶解度が高いことから、WPI と WPC はスポーツ飲料または中

食といった用途によく適しています。また、水分結合力を持つことから、WPI と WPC は加工肉やケーキ、パン製品にも適しています。

ミルクたんぱく質は、栄養・機能特性を目的として使用されていて、高たんぱくの MPC は多量のラクトースを食品や飲料の配合に追加せずに、たんぱく質を強化し、雑味のないミルクーな風味を付加します。また、MPC にはカルシウム、マグネシウム、リン等の貴重なミネラルが含まれ、これらのミネラル源を追加する必要性を低減させることが出来ます。

#### 次世代の 米国の乳由来たんぱく質製品群

米国の乳製品業界は、絶えず新しい技術を導入することで、食品メーカーに多様な用途でより付加価値の高い乳原料を提供することに日々努力をしています。最近の研究では、牛乳からカゼインとホエイたんぱく質を直接分離するためのさまざまな精密ろ過システムの研究が行われています。カゼインを含有するフラクションは、一般に「ミセラカゼイン」と呼ばれていますが、主にホエイたんぱく質を含有するフラクションについては、「ネイティブ（未変性）ホエイ」、「血清たんぱく質」、「乳由来のホエイ（MDW）」等、文献で多くの名前が用いられています。これらの次世代成分は、食品・飲料企業に新製品を作り出す機会を提供し、消費者に恩恵をもたらすことでしょう。

図 1：牛乳中のたんぱく質の機能特性

カゼイン	ホエイたんぱく質
脂肪乳化	ゲル化
発泡性	発泡性
pH>6で溶解	いずれのpHでも溶解
熱安定性	熱で変質
水分結合	
キモシンによる沈殿	
Ca++による沈殿	

出典：Early. The Technology of Dairy Products.1992



図 2：ホエイおよびミルクたんぱく質原料の組成

	たんぱく質 (%)	ラクトース (%)	脂肪 (%)	灰分 (%)	水分 (%)
WPC 34	33	52	4	7	4
WPC 55	53	31	6	6	4
WPC 80	77	9	6	4	4
WPI	89	2	1	3	5
MPC 56	54.4	31.7	1.2	7.6	5.0
MPC 70	68.3	18.2	1.2	7.3	5.0
MPC 80	78.1	8.4	1.2	7.0	5.0
MPI	87.1	0.5	1.5	5.9	5.0

出典：Smith K. Dried Dairy Ingredients. Wisconsin Center for Dairy Research. May 15, 2008

## 濃縮ミセラカゼイン

濃縮ミセラカゼイン：Micellar Casein Concentrate (MCC) は、除去されるホエイたんぱく質の量に応じて、さまざまな組成になります。更なる濃縮およびダイアフィルトレーションを行うことで、最終成分の総たんぱく質量を増加させ、ラクトースの量を減少させることができます。

MCC は、栄養面で顕著な利点を有しており、すべての必須アミノ酸およびカルシウムの優れた供給源となっています。また、以下において、機能的な利点を提供します。

- レトルト用途— MCC の熱安定性により、中性 pH で超高温（UHT）またはレトルト処理されたインスタント食品（RTE）、スープ、ソース、栄養ドリンクに適している。
- チーズ用乳の成分調整— 一般的に、歩留まりが改善し、組成が一定したチーズが生産される。チーズの主要たんぱく質はカゼインたんぱく質であることから、理想的なカゼインたんぱく質付加原料として考えられる。

## MILK-DERIVED WHEY(MDW)：

### 牛乳から抽出されたホエイたんぱく質

牛乳から抽出されたホエイたんぱく質成分の組成は、チーズ由来のホエイと比べて個性的です。チーズ由来ホエイのたんぱく質組成は、MDW とは異なります。それは、チーズの製造においては、キモシンの作用により  $\kappa$ -カゼインから切断されるグリコマクロペプチドが含有されているためです。また、チーズホエイと MDW の重要な違いの一つが、脂肪含有量です。80 パーセントのたんぱく質までさらに濃縮した後でも、MDW は本質的に無脂肪であり、通常 0.3 パーセント未満とされています（これに対し、チーズ由来ホエイの WPC では 6～7 パーセント含有）。<sup>1,2</sup>

機能的な利点には以下のようなものがあります。

- 従来の WPC 同様、牛乳から抽出された WPC は、発泡性能、ゲル強度、溶解性能、乳化性能を有している。
- 牛乳から抽出された WPC を使用すれば、熱安定性および透明性が分離ホエイたんぱく質（WPI）に類似し、透明な高酸性飲料（pH 3.4）を生産することができる。

## 加水分解ホエイたんぱく質

酵素を用い濃縮ホエイたんぱく質または分離ホエイたんぱく質を更に加工し原料として生産される加水分解ホエイたんぱく質は、米国で新たに生産され始めているもう一つの乳原料分です。これらの酵素は、たんぱく質鎖をより小さなアミノ酸鎖に切断することで、たんぱく質成分の機能性を変化させます。アミノ酸鎖は、望ましい特徴を付与するために、特定の位置で加水分解または分解されます。生成されるたんぱく質断片の種類は、使用される特定の酵素、酵素の配列、反応時間、反応温度等に影響されるため、多様な製品プロファイルがあります。

従来の濃縮ホエイたんぱく質は、より優れた発泡特性や乳化性能を有する傾向にあるが、加水分解ホエイたんぱく質には、以下のような特徴があります。

- 高い機能性を持ち様々な用途に適応。アスリート向け製品や乳アレルギーの乳児用調製粉乳等、その他多種多様。
- ミルクたんぱく質アレルギーへの取り組みにおいては、加水分解カゼインに比べて高い生物価および優れた味と香りを持つ。

## スイートホエイパウダー：その展望は？

米国は、パン、スナック、菓子類、その他の食品に乳製品固形分として使用されるスイートホエイパウダーの重要なサプライヤーです。2014 年には生産量が 400,000 トンに低下し、2010 年に比べ約 60,000 トンの減少、生産のピーク時から 100,000 トン以上下回る結果となりました。より付加価値の高い製品の生産への移行が進み、この傾向は加速することが予測されています。一方、WPC/WPI 生産の副産物であるホエイパーミエートの有用性は増加の一途をたどっており、用途によっては再配合の選択肢の一つとして利用することが可能です。

<sup>1</sup> Evans J, Zulewska J, Newbold M, Drake MA, Barbano DM. Comparison of composition, sensory, and volatile components of thirty-four percent whey protein and milk serum protein concentrates. *J Dairy Sci.* 2009;92:4773-4791.

<sup>2</sup> Evans J, Zulewska J, Newbold M, Drake MA, Barbano DM. Comparison of composition and sensory properties of 80% whey protein and milk serum protein concentrates. *J Dairy Sci.* 2010;93:1824-1843.



## 米国の乳由来たんぱく質製品

### 栄養利点と技術進化

米国産乳由来たんぱく質製品は、良質なたんぱく源であり、健康で元気になれる。

#### 多用途性

米国産の乳由来たんぱく質製品は、アスリートだけでなく、体重を気にする一般の方や活動的な成人・高齢者向けなどさまざまな食品・飲料に使用することができます。また、使用された食品の味を引き立てる効果もあります。

#### 品質

たんぱく質においてその品質も重要です。米国の乳由来たんぱく質製品は、消化が良く、すべての必須・非必須アミノ酸、および、高レベルの分枝鎖アミノ酸（BCAA）を含有する高品質な完全たんぱく質です。

#### タイミング

筋肉を作り維持するには、たんぱく質の総摂取量だけでなく、摂取するタイミングも重要です。新たな研究結果では、毎回の食事に25～30gのたんぱく質をバランスよく摂取することが最適な方法として提唱されています。

### 栄養価の優等生

乳由来たんぱく質の健康および栄養面での利点に関する栄養研究の発表は年々増え続けており、ホエイたんぱく質とミルクたんぱく質を日々の食生活に組み入れることの利点を裏付けています。筋肉を作り維持するには、たんぱく質は必要不可欠な栄養素です。全ての動物性食品とほとんどの植物性食品にはある程度のたんぱく質は含有されていますが、どのたんぱく質も同じように構成されるわけではありません。

ホエイたんぱく質とミルクたんぱく質は、乳製品に元々含まれる必須・非必須アミノ酸の完全で高品質なたんぱく源です。ホエイたんぱく質は、筋肉のたんぱく質合成を刺激することが示されたロイシンを含む分枝鎖アミノ酸（BCAA）数値が最も優れていることに注目できます。濃縮が高いホエイたんぱく質は、ほとんどの粉乳製品または濃縮度の低いホエイパウダーに比べて、ラクトースの含有量が少量です。ホエイたんぱく質を摂取した、より高たんぱくな食生活の効果として、研究結果が示した主な領域について以下にまとめます。

- 健康的な体重を維持するー低カロリーでホエイたんぱく質の摂取を含む高タンパクな食生活は、脂肪の減少や筋肉量の維持を助けることから、より質の高いダイエットをすることができる。
- 空腹感を抑制するーホエイたんぱく質は、強い満腹感を炭水化物や脂肪よりもより長く持続させることができる。
- 引き締まった身体をつくるーホエイたんぱく質を摂取し負荷トレーニングを定期的に行うことは、トレーニングのみ、または、トレーニングと炭水化物の摂取を組み合わせた場合に比べて、より多くの筋肉を作ることができる。
- 運動後の回復力を強化するー運動前後のホエイたんぱく質の摂取は、筋肉の増強と修復を助ける。
- 筋力維持を助けるー高品質なたんぱく質をより多く摂取し、定期的な運動を行うことで、年齢を重ねても筋肉量を維持できる。そして、より活動的なライフスタイルの実現が可能になる。



### お問い合わせ先

#### 乳由来たんぱく質の購入については

アメリカ乳製品輸出協会（USDEC）は乳製品の製造・販売を行わず、乳製品の製造業者・販売業者をサポートしています。

「[ThinkUSAdairy.org](http://ThinkUSAdairy.org)」で「[U.S. Dairy Supplier Directory](#)」（サプライヤーリスト）を検索してください。

詳細およびUSDECの海外事務所については、ウェブサイト「[ThinkUSAdairy.org/global-presence](http://ThinkUSAdairy.org/global-presence)」をご覧ください。



U.S. Dairy  
Export Council

Ingredients | Products | Global Markets