



高 $\beta$ -グルカン大麦粉を使用した  
水溶性食物繊維たっぷりの



# 大麦シフォンケーキ

監修：青江 誠一郎  
松井 元子  
やぎぬま ともこ



大麦の水溶性食物繊維( $\beta$ -グルカン)の健康機能性を活かした、美味しい大麦シフォンケーキの作り方



NARO

農研機構

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

表紙 「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキ

「ビューファイバー」大麦粉とは、高 $\beta$ -グルカン大麦品種「ビューファイバー」の原麦を種子表層から削り込んで得られる60%搗精麦を気流式粉碎機で製粉した大麦粉です。

はじめに

日本では食の欧米化による生活習慣病(糖尿病、高血圧症、脂質異常症)の増加が社会問題になっています。特に、糖尿病患者数はこの半世紀で50倍に増加し、予備群を含めて2,000万人に達しています。しかも、65歳以上の高齢者が3500万人を占める超高齢化社会が訪れていることから、生活習慣病を予防し、「健康寿命の延伸」と「QOL(生活の質)の改善」による医療・介護費削減に向けた取り組みが喫緊の課題となっています。

このような背景の元に、農研機構作物研究所(現・次世代作物開発研究センター)は、政府委託プロジェクト「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(2009~2010年度)および農研機構「機能性を持つ農林水産物・食品開発プロジェクト」(2013~2015年度)において、高 $\beta$ -グルカン大麦品種「ビューファイバー」の大麦粉を配合した食品を開発し、ヒト介入試験による健康機能性評価を実施いたしました。その結果、大麦 $\beta$ -グルカンを一定量以上含有する大麦パンと大麦うどんには、それぞれLDL-コレステロールの低減効果や食後血糖値の上昇抑制効果があることが認められました。

これらのヒト介入試験データを掲載した高 $\beta$ -グルカン大麦品種「ビューファイバー」のパンフレットは、下記の農研機構サイトからダウンロードできます。  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/pamphlet/kind-pamph/](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/pamphlet/kind-pamph/)

そこで、本冊子では、高 $\beta$ -グルカン大麦品種「ビューファイバー」の普及拡大を図るために、最もシンプルな洋菓子「シフォンケーキ」への大麦粉の利用を提案することにいたしました。それは、幼児から要介護高齢者まで、口どけが良く美味しく食べていただける、ベーキングパウダーを使用しない身体にやさしい高 $\beta$ -グルカン大麦シフォンケーキです。しかも、米国食品医薬品局(FDA)が提唱する大麦 $\beta$ -グルカンの推奨摂取量(1食あたり0.75g以上)を目標値として「ビューファイバー」大麦粉を100%使用した基本レシピを作成いたしました。さらに、風味豊かな野菜や果物のペーストを使用したレシピや低糖質化したレシピも掲載いたしました。

ただし、本冊子は様々なレシピを掲載した一般的な料理本ではなく、高 $\beta$ -グルカン大麦の基礎知識と大麦シフォンケーキづくりの基本操作を中心にまとめた解説書であることをご承知置きいただければ幸いです。

是非、本冊子をご活用いただき、健康機能性に優れる水溶性食物繊維「 $\beta$ -グルカン」がたっぷり含まれた、ふわふわで、口どけが良く、驚くほど美味しい、「大麦シフォンケーキ」をご堪能いただけることを願っています。

2019年6月

企画・編集者を代表して  
農研機構 フェロー  
小前 幸三(Komae Kozo)





# 目次

はじめに

ページ

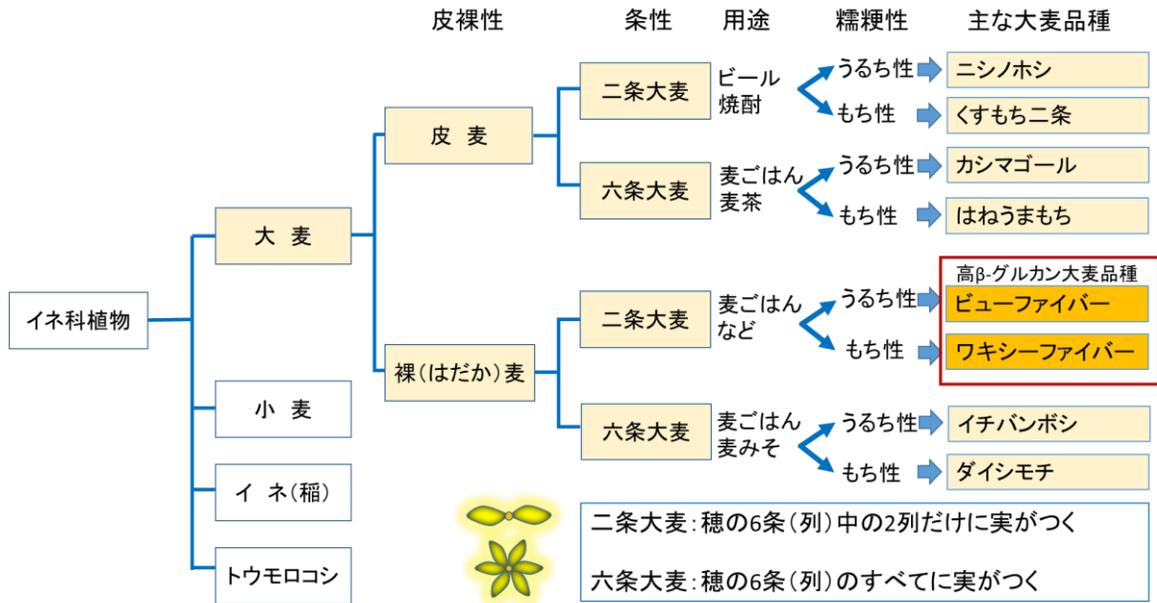
1. 高β-グルカン大麦の基礎知識	
・大麦β-グルカンとは	6~10
・大麦の水溶性食物繊維	6
・大麦β-グルカンの健康機能性	7
・「ビューファイバー」配合食品の健康パワーを実証！	7
・「ビューファイバー」の基本特性	8
・「ビューファイバー」大麦粉シフォンケーキの試作	9
	10
2. 高β-グルカン大麦粉を使用した 大麦シフォンケーキの作り方(基本操作編)	12~24
・使用する材料と器具	12~13
・「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキの基本レシピ	14
・「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキの栄養成分	14
・「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキの作り方	15~21
・基本操作①(卵黄生地調製)	15~16
・基本操作②(メレンゲ調製)	17~18
・基本操作③(シフォン生地調製)	19
・基本操作④(焼成と冷却)	20
・基本操作⑤(シフォン型のはずし方)	21
・<参考>電気オーブンの温度変化(機種比較)	22
・<参考>銅イオンがメレンゲの安定性を高める	23
・<参考>大麦粉の粒度の違いと生地の膨化性	24
3. 各種大麦シフォンケーキ(レシピ編)	26~38
・ほうれん草(「ビューファイバー(BF)」大麦粉30%配合)	26~30
・プレーン(BF大麦粉50%配合)	31
・トマトピューレ(BF大麦粉30%配合)	32
・ニンジンピューレ(BF大麦粉30%配合)	33
・バナナ(BF大麦粉30%配合)	34
・ココア(BF大麦粉100%)	35
・抹茶(BF大麦粉50%)	36
・紫イモ(BF大麦粉100%)	37
・低糖質タイプ(BF大麦粉50%配合)	38
4. 材料の基礎知識	40~44
・卵(卵黄)	40
・卵(卵白)	41
・牛乳	42
・植物油	43
・こうや豆腐(粉)	44
5. 補足説明	46~48

# 1. 高 $\beta$ -グルカン大麦の 基礎知識



高 $\beta$ -グルカン大麦品種「ビューファイバー」の種子

# 高β-グルカン大麦とは？



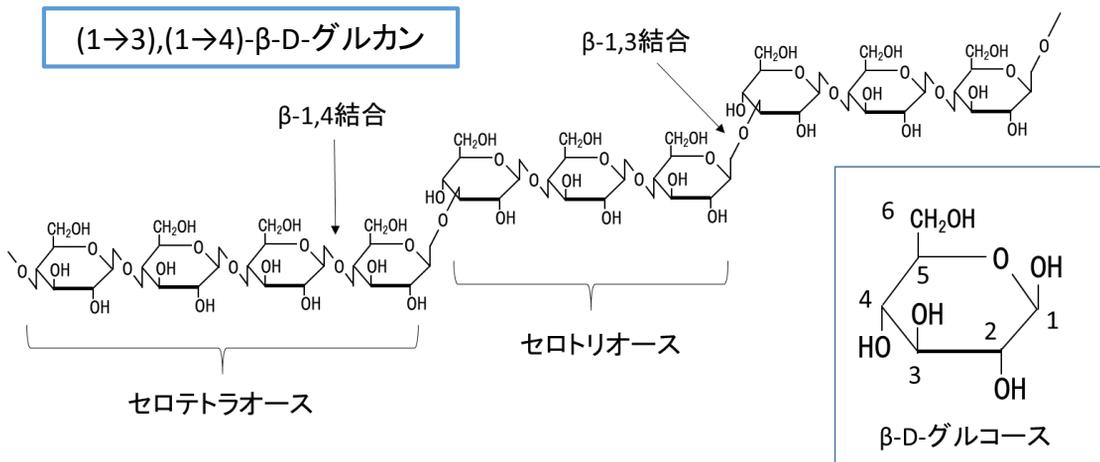
大麦は、稲、小麦、トウモロコシと同じイネ科の植物です。

大麦には、「皮(かわ)性と裸(はだか)性」、「二条(にじょう)と六条(ろくじょう)」、「糯(もち)性と稈(うるち)性」があります。

皮性の二条大麦は、ビールや焼酎に、皮性の六条大麦は、麦ごはんや麦茶などに利用されます。裸性の二条大麦は、麦ごはんなど様々な用途に、裸性の六条大麦は、麦ごはんや麦みそなどに利用されます。

高β-グルカン大麦とは、水溶性食物繊維「β-グルカン」を通常品種の2~3倍含有する大麦であり、うるち性大麦品種「ビューファイバー」、もち性大麦品種「ワキシーファイバー」等があります。

# 大麦β-グルカンとは？

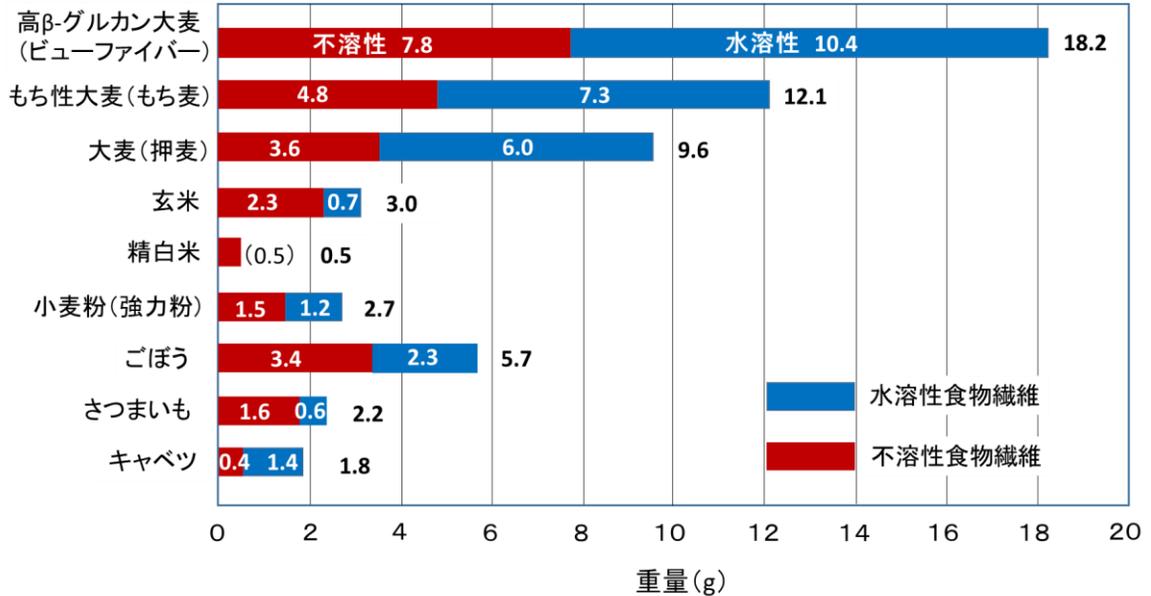


穀物(米、小麦、大麦、ライ麦、えん麦など)の水溶性食物繊維「β-グルカン」は、グルコースのβ-(1→3)結合とβ-(1→4)結合が混じった構造を持つ「(1→3),(1→4)-β-D-グルカン」という高分子多糖です。このβ-グルカンは、大麦に最も多く含まれ、野菜や果物には含まれていません。

麦ごはんや大麦パンを摂取すると、大麦に含まれている「β-グルカン」が膨潤して強いねばり(粘性)を生じ、デンプンを包み込むことによって、アミラーゼによるデンプンの消化を抑え、糖の吸収を穏やかにすることが知られています。

# 大麦の水溶性食物繊維

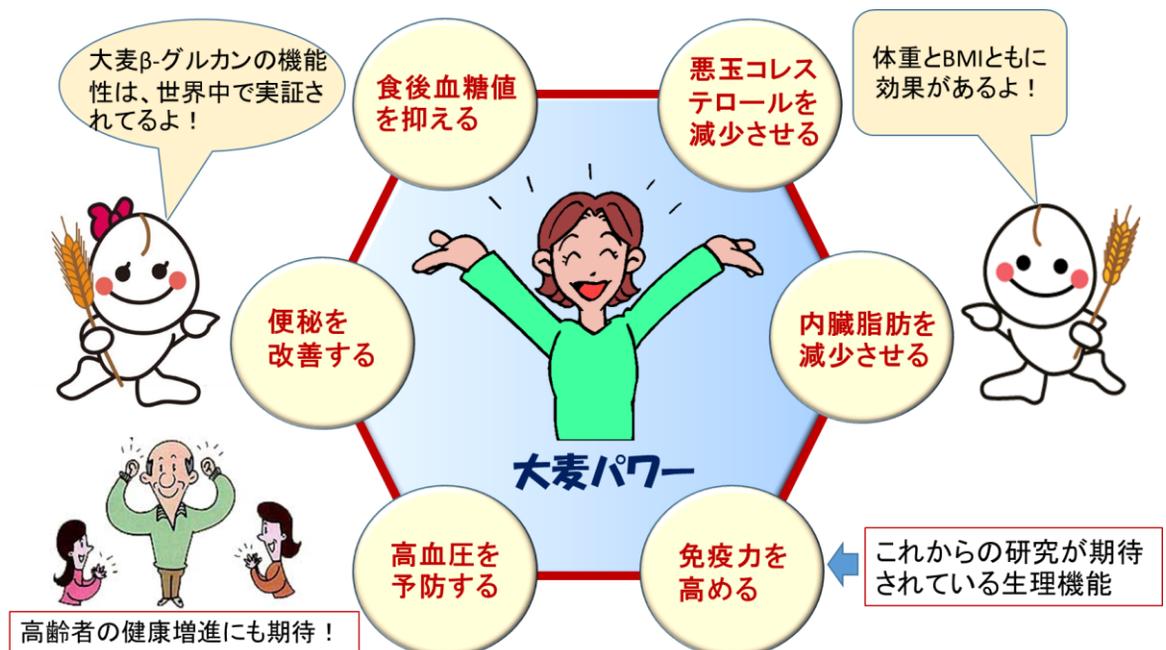
食品に含まれる食物繊維量(可食部100gあたりの重量)



文部科学省「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」より作図  
「ビューファイバー」(60%搗精粒)の数値は日本食品分析センターによる分析値

現代の日本人は1日3~5gの食物繊維が不足しているとされています。大麦には、野菜や米、小麦に比べて食物繊維(特に水溶性食物繊維)が多く含まれており、少量を摂取することにより、食物繊維の不足分を容易に補うことができます。また、大麦には水溶性食物繊維である「β-グルカン」や「アラビノキシラン」が多く含まれていることが知られています。特に高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」には、「β-グルカン」が一般的な大麦品種の2倍程度含まれています。

## 大麦β-グルカンの健康機能性



出典: 全国精麦工業協同組合連合会「Orgeオルジュ」p.6の内容を一部改変

# 「ビューファイバー」配合食品の健康パワーを実証！

## 「ビューファイバー」の健康機能性に関する最新論文



高β-グルカン大麦「ビューファイバー」の大麦粉を配合した大麦食品の食後血糖値上昇抑制効果やLDL-コレステロール値の低減効果など、様々な健康機能性が検証されました。

## 「ビューファイバー」関連研究の成果発表

### ○研究論文(英文誌)

- ・Aoe *et al.*, Effect of β-Glucan Content and Pearling of Barley in Diet-Induced Obese Mice, *Cereal Chemistry*, 94, 956-962 (2017).

### ○研究論文(和文誌)

- ・塔野岡ら, 機能性多糖を多く含有する裸性オオムギ新品種「ビューファイバー」の育成, 13, 74-79 (2011).
- ・加藤ら, 高β-グルカン含有大麦の摂取が自然発症ApoE欠損マウスの脂肪組織の炎症と動脈硬化に及ぼす影響, *栄養学雑誌*, 71, 196-203, (2013).
- ・藤谷ら, 病院給食における高β-グルカン大麦配合パン利用の有用性の検討, *愛国学園短期大学紀要*, 33, 19-32 (2015).
- ・金本ら, 粒度の異なる高β-グルカン大麦含有パンの摂取が食後血糖値に及ぼす影響, *ルミナコイド研究*, 21, 19-23 (2017).

### ○総説(和文誌)

- ・吉岡藤治, 高β-グルカン含有大麦「ビューファイバー」の特性と食品への応用: 育成と特性, *食品と科学*, 53, 65-68 (2011).
- ・小前幸三, 高β-グルカン大麦粉を用いた食品開発の取り組み事例, *JATAFFジャーナル*, 1, 18-22 (2013).
- ・柳澤貴司, 大麦と小麦全粒粉を用いた食品の機能性検証, *JATAFFジャーナル*, 4(12), 15-19 (2016).
- ・柳澤貴司, 大麦食品を用いた機能性の検証, *化学と生物*, 55(7), 496-500 (2017).

### ○学術書(和文)

- ・小前幸三, 胚乳: イネ科胚乳細胞壁の多糖組成, 「植物細胞壁」(西谷和彦, 梅澤俊明編著), 講談社, p177-180 (2013).

### ○学会発表(口頭・ポスター発表)

- ・金子ら, 高β-グルカン大麦粉を混合したゆでめんの品質特性, 日本農芸化学会2011年大会(2011).
- ・米山ら, 大麦粉のパンへの利用, 日本調理科学会平成27年度大会(2015).
- ・林ら, 高β-グルカン配合食品の食後血糖抑制に対する有用性の検討, 第58回日本糖尿病学会(2015).
- ・神山ら, 高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」の搗精粉及び超高β-グルカン大麦粉の加工特性について, 日本食品科学工学会第63回大会(2016).
- ・一ノ瀬ら, 粒度の異なる大麦粉を配合した食パンおよびうどんのβ-グルカンの特性, 日本食品科学工学会第64回大会(2017).
- ・神山ら, 高β-グルカン大麦焙煎粉の香気と加工特性の評価, 日本食品科学工学会第64回大会(2017).

# 「ビューファイバー」の基本特性

## 「ビューファイバー」は食物繊維が多い

「ビューファイバー」および各種穀物の食物繊維量(100g当たりの重量g)

分析試験項目	2013年愛知県岡崎市産高β-グルカン大麦「ビューファイバー」60%搗精粒	(比較)一般大麦品種60%搗精粒	(参考)パン用小麦粉	(参考)小麦全粒粉	(参考)ライ麦粉	(参考)玄米粉
エネルギー(kcal)	322	340	366	328	351	350
糖質(g)	51.9	68.2	68.9	57.0	62.9	70.8
食物繊維(g)	<b>18.2</b>	9.6	2.7	11.2	12.9	3.0
・水溶性食物繊維(g)	<b>10.4</b>	6.0	1.2	1.5	4.7	0.7
・不溶性食物繊維(g)	<b>7.8</b>	3.6	1.5	9.7	8.2	2.3
水溶性食物繊維β-グルカン(g)	<b>9.5</b>	4.0~5.0	0.2~0.3	0.3~0.5	1~3	0.1

【出典】文部科学省 日本食品標準成分表2015年版(七訂)

「ビューファイバー」の栄養成分は(財)日本食品分析センターの分析値

「ビューファイバー」以外の穀物のβ-グルカン量については、文献から引用

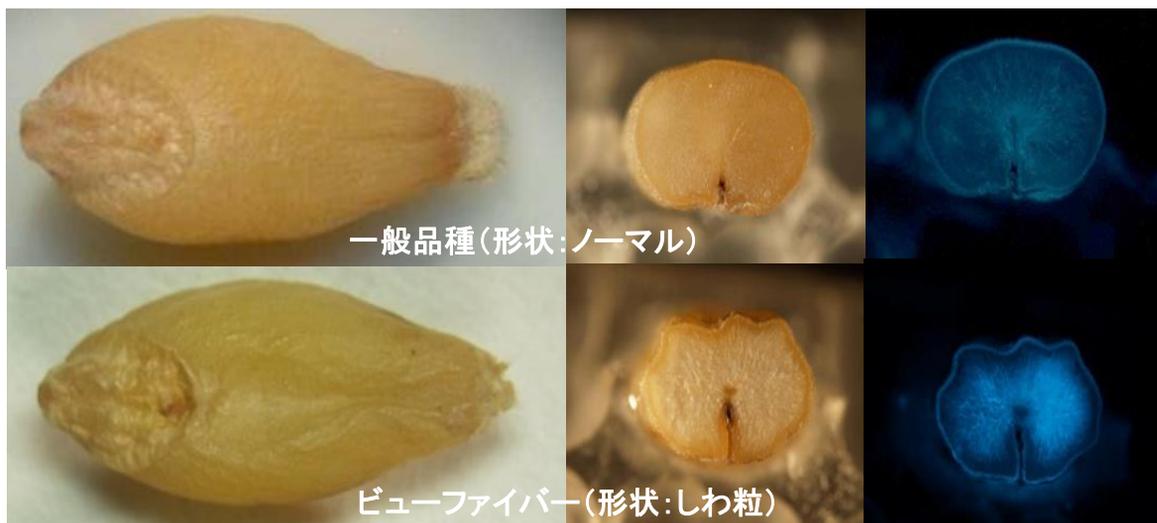
高β-グルカン大麦「ビューファイバー」は、一般大麦品種や他の穀物に比べて、食物繊維の含有量が多いことが特長です(60%搗精粒100g当たり18~20g)。特に、水溶性食物繊維「β-グルカン」は、一般大麦品種の2倍程度、小麦粉の30倍以上、玄米の約100倍となっています。

## 種子中心にβ-グルカンが多い

大麦種子(二条裸麦)

種子断面

β-グルカン蛍光染色



一般品種(形状:ノーマル)

ビューファイバー(形状:しわ粒)

「ビューファイバー」は、デンプン合成に必要な基質(ADP-グルコース)の輸送たんぱく質の機能低下により、デンプン合成量が大幅に減少して穀粒形状が「しわ粒」になります。

精麦品質は劣りますが、デンプンの代わりにβ-グルカンが多く蓄積されることから、高β-グルカン大麦粉として、めん、パン、菓子などへの利用拡大が期待されています。

β-グルカンの蛍光染色画像によると、「ビューファイバー」は、一般品種よりも胚乳中心部位にβ-グルカンを多く蓄積していることが分かります。

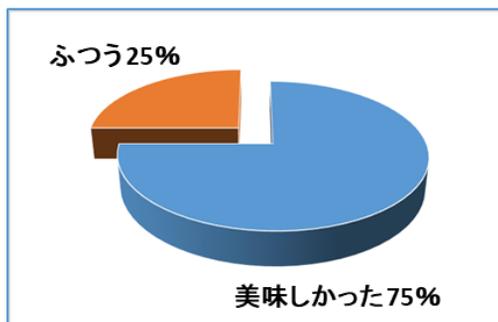
画像データ:農研機構

# 「ビューファイバー」大麦粉シフォンケーキの試作

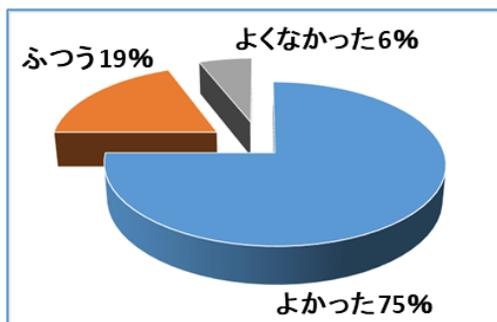
## 介護施設における 「ビューファイバー」100%シフォンケーキ の試食アンケート調査(2011年度)

協力: 鹿島セントラルホテル

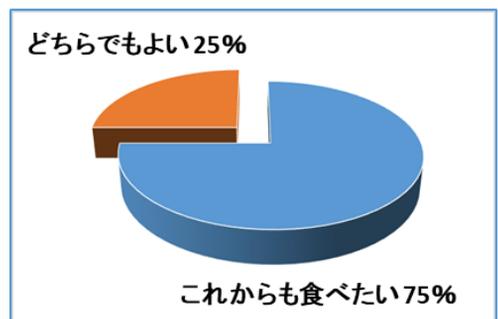
質問1 味はいかがでしたか?



質問2 ロドけ感はいかがでしたか?



質問3 これからも食べたいですか?



喫食調査対象者: デイサービス利用者  
70歳代および80歳代 計16名



高齢者の方々にとって美味しく、食べやすく、大麦の水溶性食物繊維「β-グルカン」を多く摂取できるおやつを提案させていただきました。

試食アンケート結果では、75%の方からは、「口どけが良い」、「美味しい」、「これからも食べたい」との回答をいただきました。

出典: 小前幸三, 高β-グルカン含有大麦「ビューファイバー」の特性と食品への応用<第2章 大麦β-グルカンの機能性と大麦粉の食品への応用>, 食品と科学, 53, 69-75 (2011年).

## 介護用「ビューファイバー」100%シフォンケーキ

外観



断面



協力: 鹿島セントラルホテル

1個(45g)当たりの栄養成分

・エネルギー:	140 kcal
・たんぱく質:	3.7 g
・脂質:	8.2 g
・糖質:	11.2g
・食物繊維:	1.5 g
・β-グルカン:	0.75 g

上記のアンケート調査結果を踏まえて、嚥下機能が低下した要介護高齢者のための「大麦シフォンケーキ」を試作しました。スプーンや手で簡単に食べられ、口どけが良く、不足しがちな食物繊維やたんぱく質を容易に補うことができる、介護用『大麦カップシフォンケーキ』です。

## 2. 高β-グルカン大麦粉を使用した 大麦シフォンケーキの作り方 (基本操作編)



「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキ

# 使用する材料と器具

## 基本材料(例)

### 卵



卵は、シフォンケーキの出来を左右する最も重要な材料です。品質や価格などを考慮して選択しましょう。本冊子では、洋菓子専用卵の「エグロワイヤル®」やヨウ素含有量が多い卵「ヨード卵・光」などを使用しています。

### 高β-グルカン大麦粉



「ビューファイバー」大麦粉

本冊子では、高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」(うるち性)の大麦粉(豊橋糧食工業株式会社)を使用しています。本製品は、政府委託プロジェクト研究「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(2009~2010年度)において共同開発された高β-グルカン大麦粉です。

食物繊維量は、大麦粉100gあたり約20g、そのうちβ-グルカンは約10g含まれています。

### 牛乳



牛乳は、大麦臭を和らげる効果があるとともに、コクやうまみを付加してくれる優れた材料です。本冊子では、乳脂肪分3.5%以上の牛乳を使用しています。ただし、乳アレルギーの方には、無調整豆乳の使用をお勧めします。

### 植物油



植物油には、米油、ごま油、なたね油、大豆油などがありますが、本冊子では脂肪酸組成のバランス、香り、機能性成分などを考慮して、米油を使用しています。また、n-3系必須脂肪酸が多く含まれるエゴマ油やアマニ油などを米油にブレンドすると良いでしょう。

### 砂糖



メレンゲの調製には、お菓子作りに標準的な砂糖であるグラニュー糖を使用しています。砂糖には上白糖および和三盆糖やてんさい糖など、多くの種類がありますので、お好みでご使用下さい。

グラニュー糖

## 基本器具(例)



### シフォンケーキ型

本冊子では、直径17cmのアルミ製(1,400 cc)と紙製(1,550 cc)の2種類を使用しました。紙製は、プレゼント用として便利です。

※容量は菜種置換法による測定値です。



### ボウル

ボウルは、卵黄生地用(サイズ:中)とメレンゲ用(サイズ:大)を準備します。

### 粉ふるい

大麦粉には、澱粉顆粒単位の粉、細胞単位の粉、細胞がいくつかくっついた細胞塊単位の粉などが混じっています。細胞塊は、シフォン生地の膨らみや食感に悪い影響を与えるので、ふるいを使って、除きます。



(付属品)  
ワイヤーアタッチメント

### ハンドミキサー

メレンゲづくりで力を発揮する器具なので使用をお勧めします。パワーの強い機種を選びましょう。

一度に複数個のシフォンケーキを作るときは、卓上型ミキサー(ケンミックス、キッチンエイドなど)の使用をお勧めします。



### 冷却用瓶

焼成後にシフォンケーキを冷却するために使用します。右の写真のように、シフォン型を逆さまに刺して、室温になるまで冷却します。

① ② ③ ④ ⑤

### その他の道具



- ①シフォンナイフ(小)
- ②パレットナイフ(大)
- ③ホイッパー
- ④ゴムベラ
- ⑤竹串(18 cm以上)

①と②は、シフォン型から生地を外すときに使用します。

③は、卵黄生地づくりなどに使用します。

④は、焼成時にシフォン生地の流し込みや生地表面を平らにしたり、焼成途中の生地のカットを入れる際に使用します。

⑤は、焼成する前の生地の気泡抜きや焼成生地に突きさして焼成状態を確認する際に使用します。

### その他の電気器具

「電子はかり」、「電気オーブン」や「フードプロセッサー」などを使用します。

また、キッチン用「デジタル温度計」があると、卵白やシフォン生地の温度が簡単に測定できるので便利です。

# 「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキ 基本レシピ



材料(φ17cmサイズ1台分)

焼成前の生地重量:530g

＜卵黄生地＞

BF大麦粉(※) ..... 80 g

卵黄(卵4個分) ..... 80 g

牛乳(または豆乳) ..... 75 g

植物油 ..... 60 g

＜メレンゲ＞

卵白(卵4.5個分) ..... 160 g

グラニュー糖 ..... 75 g

※BF:ビューファイバー

卵:洋菓子用卵「エグロワイヤル®」

または「ヨード卵光」を使用

牛乳:乳脂肪分3.5%以上を使用

植物油:米油を使用

ベーキングパウダーおよび香料は不使用

1/8カット(約60g) (焼成後重量は467g)

●エネルギー ●たんぱく質 ●脂質 ●糖質 ●食物繊維 ●β-グルカン

189 kcal

5.0 g

10.6 g

15.4 g

2.0 g

1.0 g

アレルギー原材料:卵、牛乳

## 「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキ 栄養成分

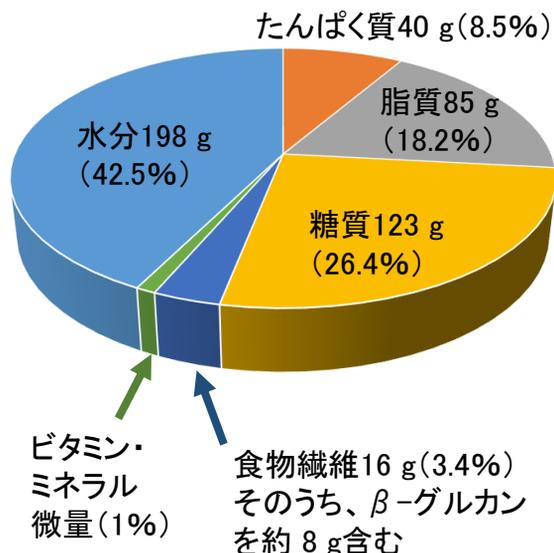
米国食品医薬品局(FDA)が2006年に発表した大麦β-グルカンの推奨摂取量は、3g以上(1日4食:朝昼夕3食+おやつ)とし、1食あたりの摂取量は0.75g以上としました。

そこで、基本レシピでは、ケーキ型を標準的なサイズ「φ17cm」に設定して、一般大麦品種の2倍以上のβ-グルカンを含む「ビューファイバー」大麦粉を80g使用して、1台あたりの食物繊維量を約16g(大麦β-グルカン約8g含む)にしました。すなわち、1人1/8カット分(標準サイズ)で、食物繊維を約2g(そのうちβ-グルカンを0.75g以上)摂取することができ、しかも低カロリー(200キロカロリー未満)なシフォンケーキにしました。

大麦シフォンケーキ1台分の栄養成分(右図)は、「ビューファイバー」大麦粉の分析値(日本食品分析センター調べ)と文部科学省「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」に基づいて算出しました。

大麦シフォンケーキ(1台:467g)の栄養成分

エネルギー:1,515 kcal



## 基本操作①(卵黄生地(の調製))

①

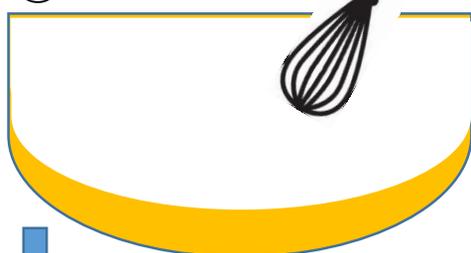


卵を卵黄と卵白に分け、卵黄(4個分)をボウルに入れる。カラザがあれば取り除く。



②

攪拌



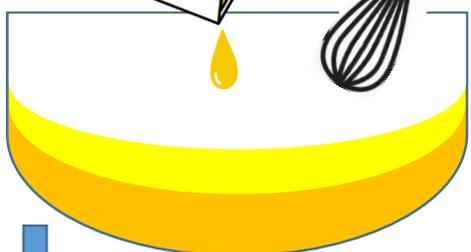
ホイッパーを使って、卵黄を良く攪拌して均一にする。



③



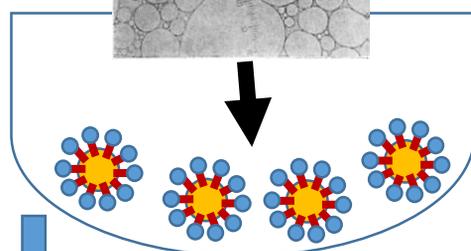
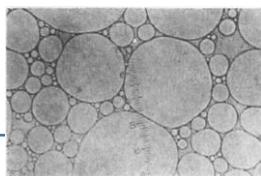
攪拌



植物油を少しずつ加えながらマヨネーズ状に白くなるまで十分に攪拌して乳化させる。



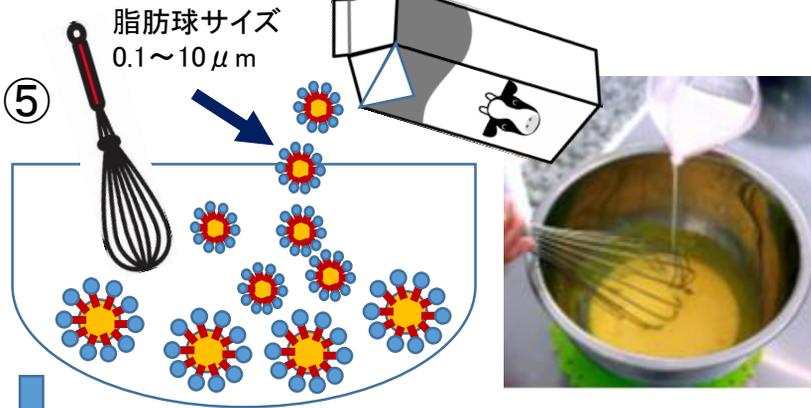
④



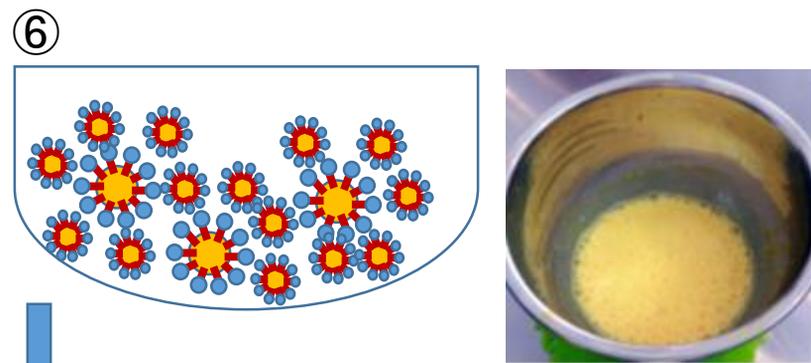
※卵黄レシチンが乳化剤として働き、植物油を取り囲んで、O/W型エマルションをつくり安定化する。(油滴が水に分散する水中油滴の状態)  
(42ページ参照)

油滴の写真: 押田一夫, 「マヨネーズの製造に関する基礎的研究(第5報)」, 日本食品工業学会誌, Vol.23(11), 549-561(1976).

# 基本操作①(卵黄生地の調製) — 続き —

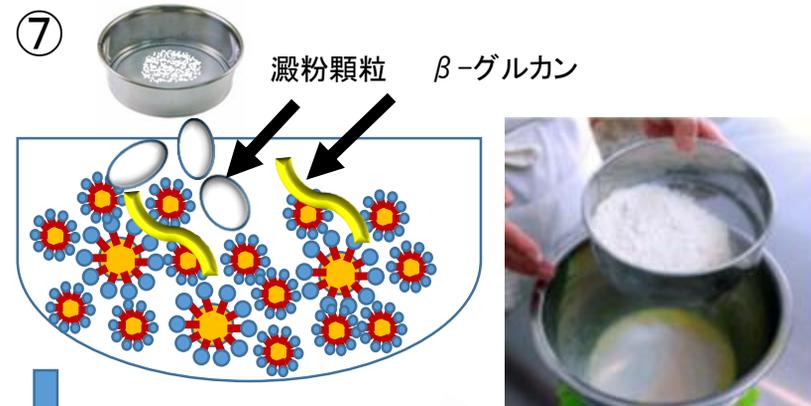


さらに、牛乳を少しずつ加えて攪拌する。牛乳は、製造段階で、細かいO/W型エマルジョンになっているので激しく攪拌する必要はありません。牛乳アレルギーの方は豆乳を使用する。



※卵黄レシチン/植物油のエマルジョンに牛乳脂肪球(0.1~10 $\mu$ m)が親和して、安定化した状態になる。

高 $\beta$ -グルカン大麦粉



ビューファイバー大麦粉(高 $\beta$ -グルカン大麦粉)をふるいながら添加する。なお、高 $\beta$ -グルカン大麦粉は、水分を多く吸収して卵黄生地を硬くするので、メレンゲと合わせる前に混合するほうが好ましい。



ホイッパーで良く攪拌して、卵黄生地を仕上げる。

## 基本操作②(メレンゲ調製:ハンドミキサー使用)

⑨



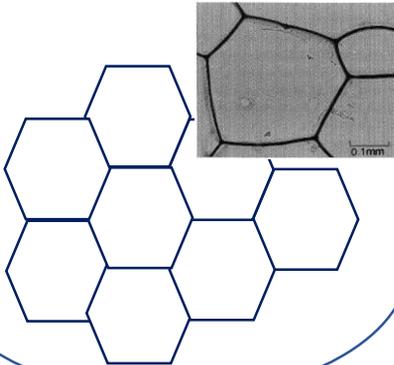
攪拌

卵白



少し深めなボウルに卵白を入れる。卵白にくっついたカラザ(白い紐状)は取り除いておく。  
※夏場は、卵白を冷蔵庫(10~20分間)で冷やしておくとお沫が安定化する。季節や室温に応じて、品温管理をすること。

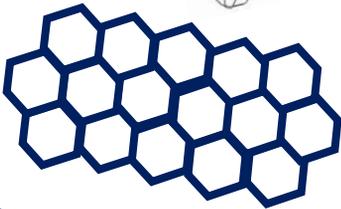
⑩



まず卵白のみをハンドミキサーで十分に攪拌して泡立てる。光学顕微鏡では、大きな泡沫が観察される。  
※ハンドミキサーのメモリは4以上の高速(回転数:1,000回程度/分)が目安

グラニュー糖

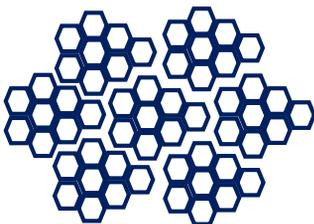
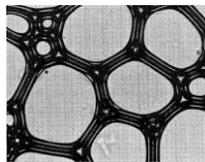
⑪



グラニュー糖の6割程度を添加後、高速で2分間程度攪拌して、良く泡立てる。  
※砂糖は卵白のタンパク質との複合体を形成し、泡沫膜に厚みが出て、泡沫間の接着が強くなってくる。(泡沫形成に關与する卵白タンパク質については、41ページを参照)

グラニュー糖

⑫



残りのグラニュー糖を全て添加して、メレンゲの角が立つまで1~2分間攪拌する。回転数によって、攪拌時間を調整する。仕上げは、回転数を低速に落としてメレンゲのキメを整える。

メレンゲの写真⑩、⑫: 伊東清枝ら、「メレンゲの膨化におよぼす添加物の影響」、日本家政学会誌, Vol.40, No.5, 355-361(1989).

## 基本操作②(メレンゲ調製:卓上型ミキサー使用)



※卓上型ミキサーを使用する利点:

卵黄生地の調製と並行して、再現性が高く安定したメレンゲ調製ができ、しかも複数個を同時に作ることができるので、作業効率を高めることができます。(シフォンケーキ1台分のメレンゲ調製の所要時間は4~5分程度を目安とする)  
※本冊子ではケンミックスKMM770(愛工舎製作所)を使用例として説明します。

※ケンミックスKMM770の回転数:無段変速(140~640rpm)



卓上型ミキサー付属のステンレスボールに卵白を入れ、攪拌機本体にセットする(ボールをカチッと音がするまで回し入れる)。次に、ホイッパー(ワイヤーアタッチメント)を装着して、メモリ4(400rpm相当)で一気に混ぜる(写真は省略)。

※写真左は、卵白を入れたステンレスボールとホイッパーを攪拌機本体にセットしたところ。



ある程度空気を含み、均一に細かく泡だってきたら、グラニュー糖を2回に分けて混ぜていく。

※写真左は、1回目にグラニュー糖を全使用量の6割程度入れて、攪拌開始後1分経過した、メレンゲの泡沫がまだ柔らかい状態。



攪拌開始2分後に、残りのグラニュー糖を入れて、さらに攪拌を1分程度継続する。

※メレンゲの泡沫が少し硬くなり、ワイヤーアタッチメントにからみつき始めたところ。



回転数(メモリ5:500rpm相当)を増やしてメレンゲの泡沫形成を強めていき、つやが出てきたら回転数をメモリ2または3に遅くしてメレンゲのキメを整える(メレンゲを硬く仕上げないこと)。

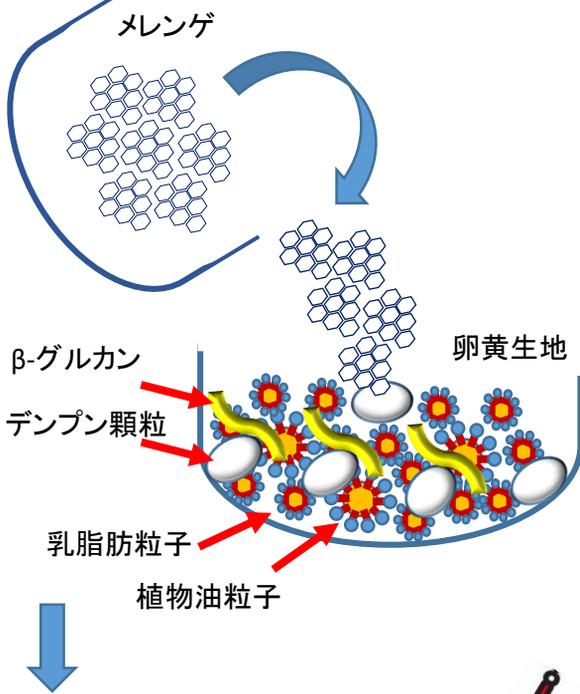
見極めは、回転を止めて、ワイヤーアタッチメントに付着したメレンゲの状態を見て判断する(角がゆるく立っている状態が良い)。

### ※操作のコツ

- ・回転するワイヤーアタッチメントから飛び散って、ボールの縁にできる「メレンゲの羽根」の形状を観察しながら、メレンゲ泡沫の状態を判断する。
- ・攪拌の終了点は、ワイヤーアタッチメントを外して、ボールの中心部に深く突き刺し、ワイヤーアタッチメントにまわりつくメレンゲの形状を観察し、見極める。
- ・メレンゲのコシが足りない場合は、状態を見ながら、「秒単位」で回転させ、メレンゲの状態を調整する。

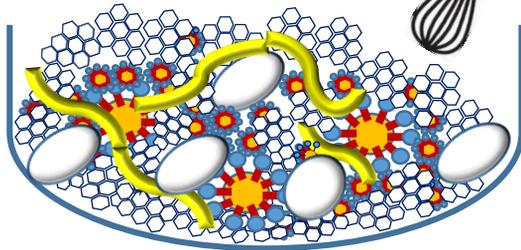
# 基本操作③(シフォン生地 of 調製)

⑬



卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れ、ホイッパーで良く攪拌して均一にする。  
※卵黄生地进行メレンゲで包んで、なじませておく。

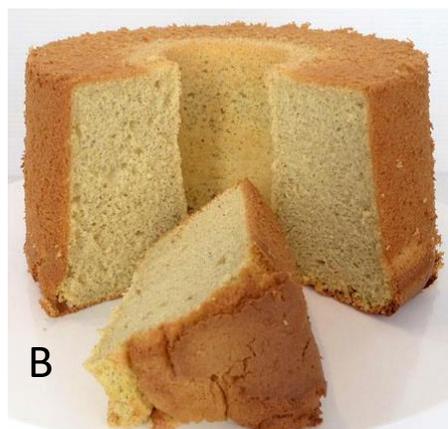
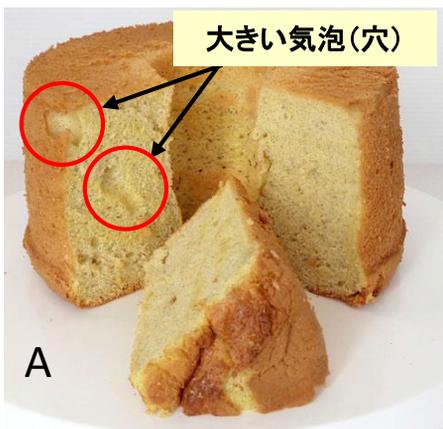
⑭



メレンゲと卵黄生地在均一に混ざった状態

残りのメレンゲを全て入れ、泡沫をつぶさないように生地全体を均一に混ぜる。  
攪拌時間(目安): 10~20秒間

**(留意点)** 卵黄生地和メレンゲの混合が不十分な場合、焼成生地に大きい気泡や空洞が生じることがあるので気をつけましょう。



写真A) 混合が不十分⇒生地 of 目が粗く、気泡が大きくなっている(口どけが悪い)  
写真B) 混合が均一⇒生地 of 目が細かく、気泡がほとんど目立たない(口どけが良い)

## 基本操作④(焼成と冷却)

①6



生地をシフォン型に流し入れる。



①7



①8



少し上から台に軽く落として振動を与えて大きい気泡を抜き、次に竹串を刺して外側へ回しながら小さい気泡をとる。



①9



②0



膨化を良くするために、ゴムヘラを使って、生地をシフォン型の内側から外側にカーブを描きながら生地の膜をつくり、壁面のすきまを無くす。

②1



予備加熱(230°C)したオーブンに入れて焼成を開始する(180°C、30分間)。



②2



②3



焼成開始10分後に、オーブンから一旦出して素早4カ所に切れ目を入れ、焼成を継続する。(焼成中、自然に切れ目が入った場合はそのまま焼成する。)



②4



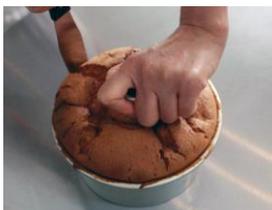
②5 冷却完了



焼成後、膨化した生地が縮まないように、ワイン瓶やビール瓶などに逆さに刺して1時間以上冷却する。

# 基本操作⑤(シフォン型からのはずし方)

## <シフォンナイフ使用>



外枠と生地の上にシフォンナイフを入れ、底に当ててゆっくり一周回す。



内側と生地の上にシフォンナイフを入れ、ゆっくり一周回す。



内筒板の先を持って外枠からゆっくりはずす。



内筒板と生地の上にシフォンナイフを入れ、内筒板をゆっくり回す。



内筒板から生地を抜き出す。



シフォン型はずし完了

## <手はずし>



外枠からはみ出した生地を内側に入れる。



生地を下方に押さえて、型にすきまをつくる。



型と生地との間にすきまをつくったところ。



円筒板を下から押し上げて、生地を外枠からはずす。



円筒板と生地を外枠から外したところ。



円筒板を逆さにして縮んだ生地を復元させながらゆっくりはずす。



手はずし完了  
(復元した生地)

「ビューファイバー」大麦粉の一部を米粉などのたんぱく質含有量が少ない粉に置き換えると、「生地のおしなれ」(手はずし後の復元が悪くなる現象)が生じることがある。その場合は、シフォンナイフを使用すると良い。

## <参考>電気オーブンの温度変化(機種比較)

家庭用電気オーブンで良いシフォンケーキを焼成するためには、使用機種の温度特性を把握することが重要になる。ここでは、簡易なプローブ温度計を使用して、同じメーカーの家庭用電気オーブン(3機種)の焼成中の温度変化を調べてみた。(温度測定条件および結果)

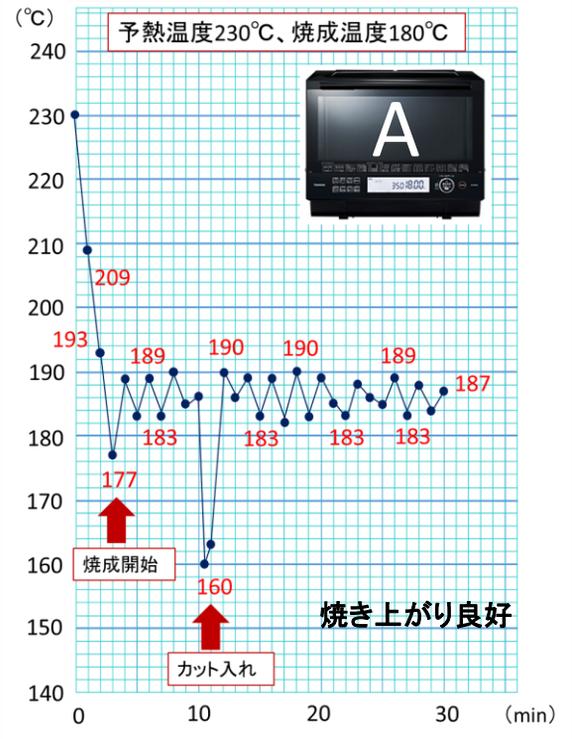
予熱温度:230℃、焼成温度:180℃、焼成時間:30分間

Aのオーブンは、温度センサーの精度が高く、温度制御機能が優れており、±5℃以内に抑えられている。

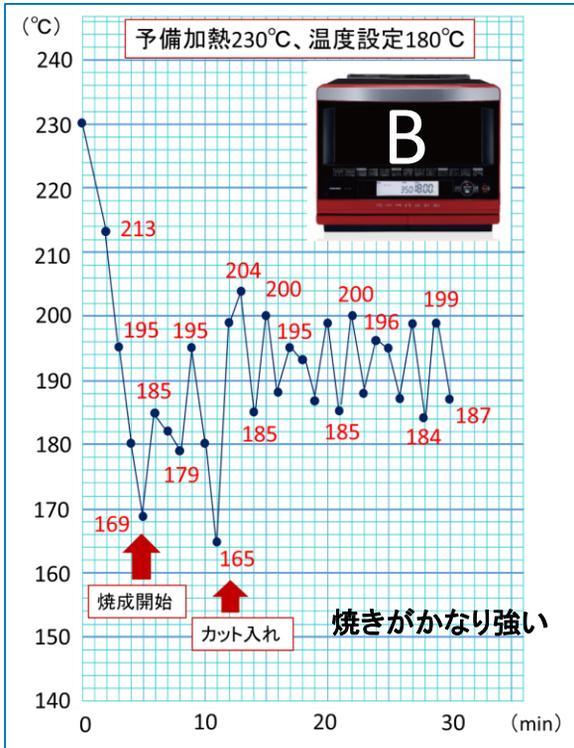
一方、BとCのオーブンは、温度制御機能がAよりも劣り、開閉後の庫内温度の変動幅が大きく、温度コントロールが悪い。

以上のことから、機種や経年劣化などにより、温度制御が大きく異なることが分かった。

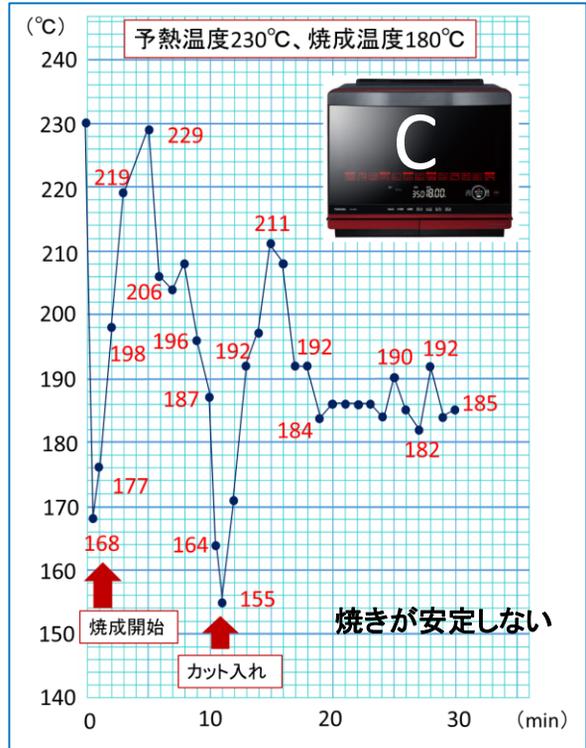
- ・焼成開始:シフォン型をオーブンに入れた直後の温度
- ・カット入れ:ドアを開け、生地に「カット入れ」をしてドアを閉めた直後の温度(20ページの写真②③を参照)



機種A:温度制御機能が最も優れている

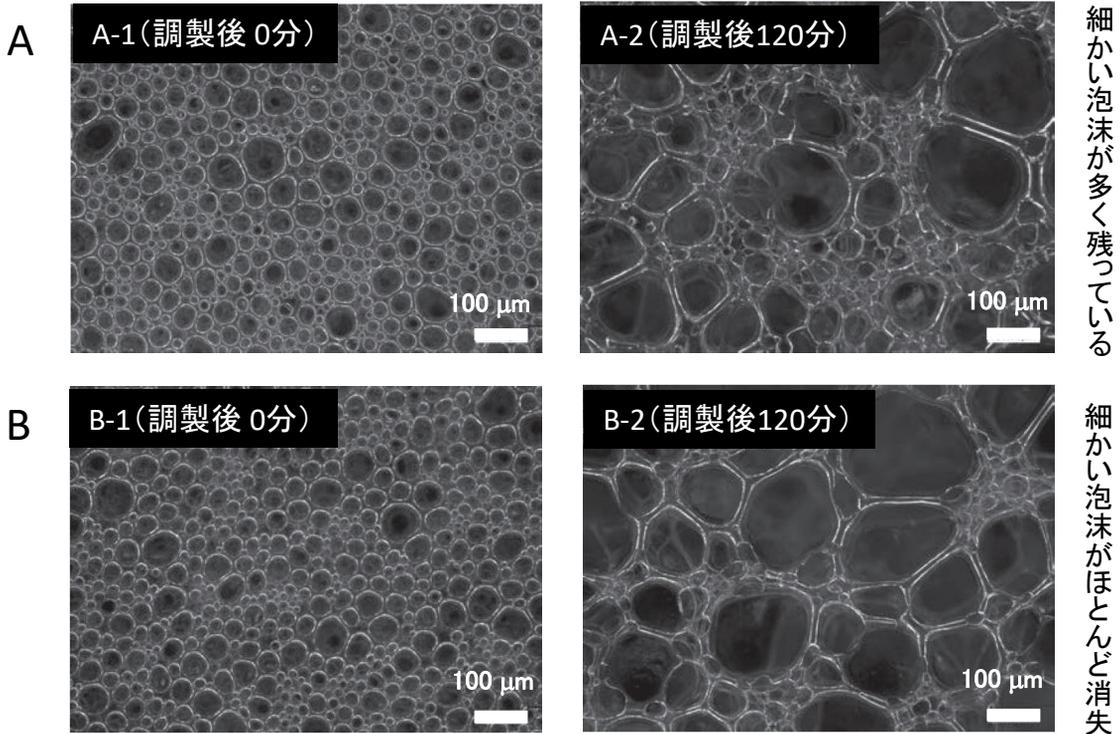


機種B:温度制御機能がAよりも劣る



機種C:温度制御機能がBよりも劣っており、経年劣化等による機能低下が考えられる

# <参考>銅イオンがメレンゲの安定性を高める



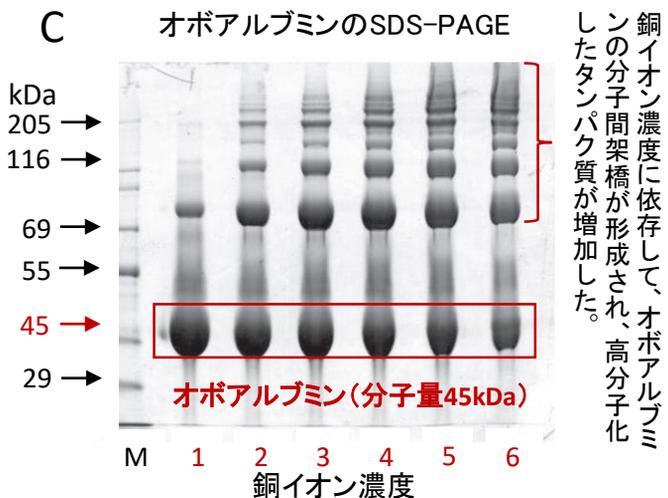
銅製ボウル(A図)およびガラス製ボウル(B図)を用いて調製したメレンゲ泡沫の経時変化(デジタル顕微鏡写真 倍率x100)

A: 銅製ボウルで調製したメレンゲ      A-1: 調製後0分    A-2: 調製後120分経過  
 B: ガラス製ボウルで調製したメレンゲ    B-1: 調製後0分    B-2: 調製後120分経過

ガラス、銅、ステンレスのボウルで調製したメレンゲの比重には差が見られなかったことから、「起泡性」にはCuイオンは関与していないと考えられている(参考文献1)。一方、銅製ボウルで調製したメレンゲは、ガラス製ボウルよりも泡沫が安定化する現象が認められている。そこで、動的粘弾性測定およびSDS-電気泳動法を用いた状態解析の結果により、銅製ボウルから生じる銅イオンが卵白の主要タンパク質であるオボアルブミンの分子間架橋の形成(図C)を促してメレンゲの粘弾性を高め、それが泡沫の不均一化や薄膜化を抑えて「泡沫の安定性」を向上させるものと考えられている(参考文献2)。



状態解析により、銅製ボウルで調製したメレンゲは、柔らかく、付着性が高く、凝集性の高い泡沫になることが明らかにされた。



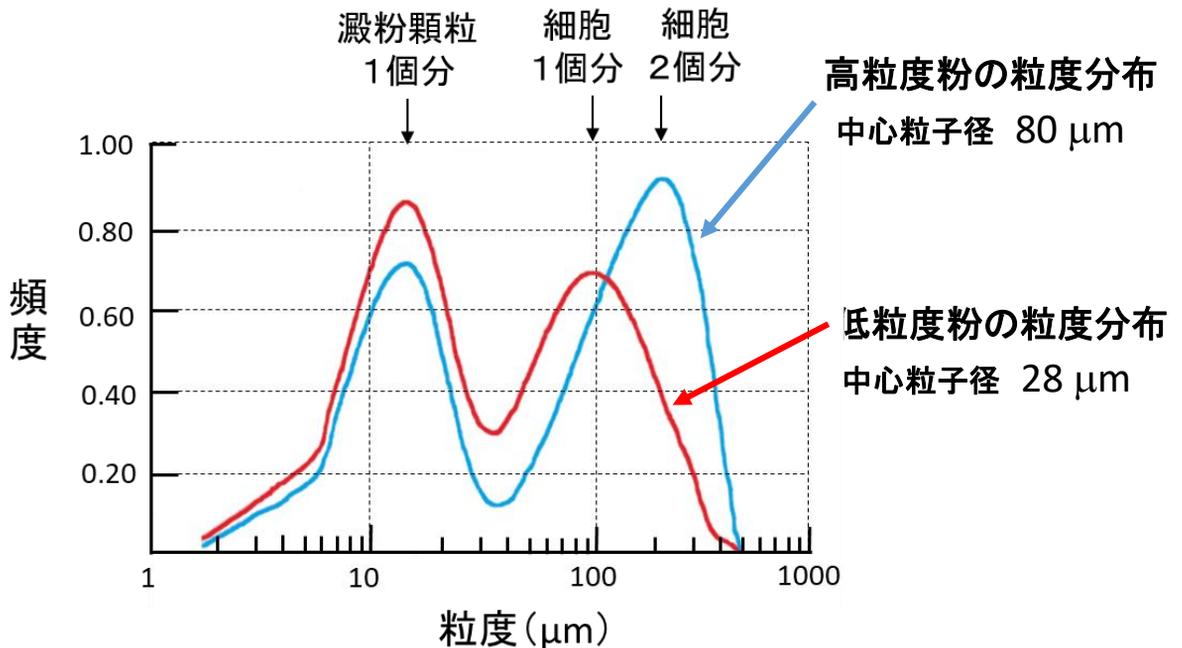
1:0%, 2:0.1%, 3:0.2%, 4:0.5%, 5:1%, 6:2%

## 参考文献

- 1) 下藤ら, 泡立て卵白の品質に及ぼす銅イオンの影響, Trace Nutrients Research, 27, 7-12 (2010).
- 2) 下藤ら, The Role of Ovalbumin in the Stability of Whipped Egg White Prepared in Copper Bowl, 日本調理科学会誌, 46, 335-342 (2013).

# <参考> 高β-グルカン大麦粉の粒度と生地の膨化性

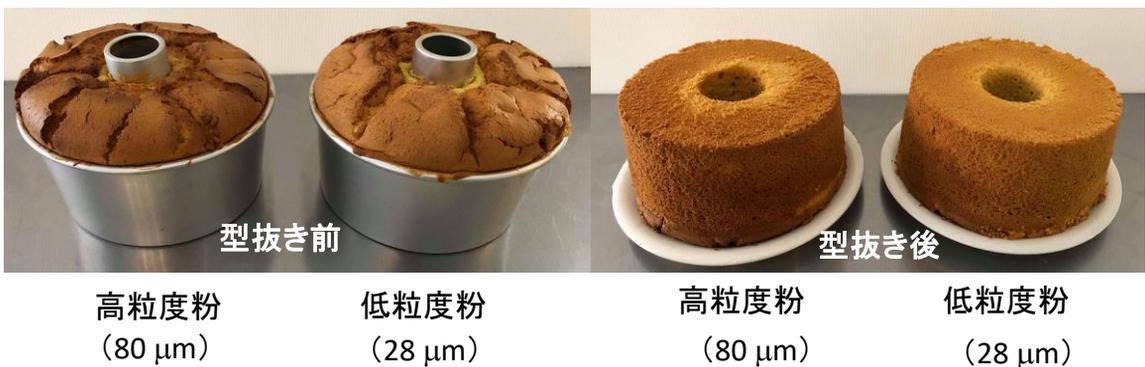
## 高β-グルカン大麦粉の粒度分布



乾式気流粉碎機で調製した大麦粉は、澱粉顆粒単位(5~30  $\mu\text{m}$ )と細胞単位(100~200  $\mu\text{m}$ )の粉がミックスされており、2ピークの粒度分布パターンを描きます。低粒度粉(赤色ライン)は、高粒度粉(青色ライン)よりも澱粉顆粒単位の粉の割合が高くなっており、高粒度粉は低粒度粉よりも細胞塊単位(細胞2~3個分 200  $\mu\text{m}$ 以上)の粉の割合が高くなっています。

データ: 農研機構、城西大学、大妻女子大学  
交付金プロ「機能性食品開発プロジェクト」(2013~2015年度)  
金本ら, ルミナコイド研究, 21, 19-23 (2017).

## 粒度の違いがシフォン生地への膨化性や食味に与える影響



高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」の粒度の異なる粉を使用して大麦粉100%シフォンケーキを焼成したところ、粒度の違いによる膨化性への影響はほとんど認められなかった。ただし、手はずし方式による型はずし後のシフォン生地の復元力は、高粒度粉のほうが強くなる傾向があった。食味については、低粒度粉のほうが食感がなめらかで、口け性に優れる傾向があった。

### 3. 各種大麦シフォンケーキ (レシピ編)



生バナナを使用した高β-グルカン大麦シフォンケーキの材料(例)

# ほうれん草ペースト入り 大麦シフォンケーキの作り方(実施例)



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)

＜卵黄生地＞	
BF大麦粉(※)	25 g
小麦粉(薄力粉)	55 g
卵黄(卵4個分)	80 g
牛乳(または豆乳)	40 g
米油	60 g
ほうれん草ペースト	40 g
＜メレンゲ＞	
卵白(卵4.5個分)	160 g
グラニュー糖	75 g

※BF:ビューファイバー

ほうれん草たっぷり  
で美味しいよ!



●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
191 kcal	4.9 g	10.4 g	16.4 g	1.0 g	0.3 g

アレルギー原材料:卵、牛乳、小麦

## ＜準備＞

- ・ほうれん草ペーストは、1回分(40g)を計り取っておく(ペースト作りは27ページ掲載)。
- ・卵を卵黄と卵白に分け、卵黄と卵白をつないでいる「カラザ」をピンセットで取り除く。  
※「カラザ」は、異物の混入に間違えられることがあるので取り除くことが望ましい。
- ・卵白(160g)と卵黄(80g)をそれぞれ計り分けておく。
- ・大麦粉および小麦粉をボウルに計りとっておく。
- ・米油を計量カップに計りとっておく。
- ・グラニュー糖をボウルに計りとっておく。
- ・牛乳を計量カップに計りとっておく。
- ・冷却用瓶(ワイン瓶など)を用意しておく。
- ・オーブンを230℃に予備加熱しておくこと。



## ＜焼成温度・時間＞

- 焼成条件(1):家庭用オーブン(2台)またはデッキオーブン(2段)を使用する場合
- ・予備加熱「230℃」
  - ・一次焼成温度・時間「180℃・10分」⇒膨化した生地为数力所のカット入れを行う。
  - ・二次焼成温度・時間「190℃・15～20分」 合計25～30分

- 焼成条件(2):家庭用オーブン(1台)を使用する場合
- ・予備加熱「230℃」
  - ・焼成温度・時間「180℃、30～35分」
  - 焼成10分後に膨化した生地为数力所のカット入れを行い、焼成を継続する。

※家庭用電気オーブン1台だけを持つ一般家庭や家庭用電気オーブンを使用した料理講習会などを想定すると、焼成条件(2)の条件が望ましい。

## <ほうれん草ペーストの作り方>

### <操作手順>

1. ほうれん草(3kg)の葉の筋を取り除く(写真①)。
  2. 水洗いして水切りをする(写真①)。
  3. そのまま電子レンジにて3~4分加熱する。(半生くらいがちょうどよい)
  4. フードプロセッサーでペーストにする。(写真②、③ 2~3ミリ程の粗さにする)
  5. ペーストの水分を取り除く。(写真④)さらし布で包んでよくしぼる)
  6. 40gに分割してラップに包み、使用するまでは、冷蔵または冷凍保存する。(写真⑤)
- ※冷蔵した場合は、早めに使用すること。



筋(太い葉柄)を除いて、水洗したほうれん草(柔らかい葉身の部位)



レンジで加熱処理したほうれん草(右)とフードプロセッサー処理(左)



粉碎したほうれん草



さらしで水分をしぼり取る



40gずつラップして冷蔵保存する

※さらしで水分をよく取り除くことにより、結石(尿道、腎臓)の原因となるシュウ酸をなるべく除去します。粗めなペーストに仕上げることにより、水溶性ビタミンであるビタミンC(アスコルビン酸)や葉酸のロスをお小さくするとともに、脂溶性ビタミンであるビタミンK1とビタミンAは多く残るものと考えられます。また、ミネラル分としては、フェリチンというたんぱく質と結合している鉄分(Fe)が多く残っていると考えられます。

## <ほうれん草ペースト入り大麦シフォンケーキの作り方>

### 1. 卵黄生地を作る

※卵黄生地作りの所要時間は、2~3分程度を目安とする。



①ボウルに卵黄(Lサイズ4個分:80g)を入れておき、米油(60g)を最初は少しずつ加えながら、ホイッパーを写真のように順手で握り、手首を回転させながら大きく動かして、素早く混ぜていく。

※マヨネーズをつくる要領で、卵・油が分離しないようによく混ぜる。



②牛乳(40g)または豆乳(40g)を1度に加えてよく混ぜる。

※牛乳は、製造工程のホモジナイズ処理により、牛乳レシチンが油脂を包み込んだエマルションになっているので、速やかに入れても大丈夫です(42ページ参照)。

ホモジナイズ: 攪拌による均質化

エマルション: 乳化された分散系溶液(乳濁液)



③ほうれん草ペーストを添加して、攪拌する。



④大麦粉および小麦粉を粉ふるいに入れ、ふるいながら加えて、ホイッパーで混ぜる。

※ふるいの上に残る粗い大麦粉は、ほとんどが胚乳組織由来の細胞塊です。すなわち、細胞がβ-グルカンやアラビノキシランなど細胞壁多糖類(食物繊維)を介して2個以上つながった、200μm以上の大きな細胞群の塊(かたまり)です。



⑤ダマが無くなるまで混ぜて、大麦粉の卵黄生地を完成させる。

※卵黄生地の調製過程を写した連続写真では、補助を受けた作業になってはいますが、ボウルの固定器具や布製またはゴム製マットを使用すれば、一人でも簡単に作業ができます。

家族や友人たちと一緒に大麦シフォンケーキを焼くときは、協力し合って進めましょう。

### 3. 卵黄生地とメレンゲを混ぜる (メレンゲの調製方法は17~18ページ参照)



⑥大麦粉の卵黄生地の中にメレンゲを1/4程度加え、ホイッパーでダマが無くなるまでしっかりと均一に混ぜる。

※短時間で仕上げることを心がける。  
※オーブンは230℃に温めておく。



⑦⑧残りのメレンゲを1度に加え、ホイッパーでダマが無くなる程度に軽く混ぜる。

※初めは、ボウルの底に卵黄生地が残らないように底から返すように素早く、全体を大きく混ぜて、次に、上層部を軽く混ぜる(メレンゲの泡沫を壊さないために、混ぜすぎないことがコツ)。



⑨ボウルの生地をゴムヘラで寄せながら、シフォン型に速やかに流し入れる。



⑩シフォン型を両手で外側から押して、素早く回しながらテーブルに落とすなど軽く振動を与えて、気泡抜きをする。

アルミ製シフォン型を使用する場合は、テーブルに軽く落として大きい気泡を抜いた後、長い竹串を使用して小さい気泡を抜く(20ページを参照)。



⑪「ゴムベラ」を使い、シフォン型を回しながら、内側から外側の縁に向かって、表面に皮膜を作るように生地をならしていく(20ページを参照)。

※調製したメレンゲにボリュームがあり、シフォン生地の体積(かさ)が増えた場合は、余分な生地を取り除きながら内側から外側に向かってスロープを描いて、生地表面をならしていく。

#### 4. 焼成・冷却する



⑫⑬⑭230℃で予備加熱したオーブンで、180℃、10分間焼き、オーブンから素早く取り出してシフォンナイフで膨化した生地を4カ所カットを入れる。さらに、オーブンに戻して、20～25分間焼成する。



※オーブンのドアの開放時間が長くなると、庫内温度が大きく下がり、設定温度に復帰するまでに時間を要します(22ページ参照)。手早くカット操作を行うこと。



※膨化した生地の数カ所にカットを入れた状態



⑮焼き上がったら、すぐにワインやビールなどの空き瓶に逆さまにさして、膨化したシフォン生地が縮むのを防ぎながら、1時間以上冷却する。



⑯完成した「ほうれん草入り大麦シフォンケーキ」

(保存方法)

美味しく食べるために、ホールをそのままビニール袋に入れて、1日程度冷蔵庫で保存することをお勧めします。食べる直前にシフォン型からはずしてカットしましょう。

なお、冷凍庫で保存する場合は、-20℃で1ヶ月間は美味しく保存できます。召し上がる際は自然解凍して下さい。

# 大麦シフォンケーキ【プレーン】(大麦粉50%配合)

大麦β-グルカン量は一般品種の大麦粉100%以上に相当



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)

<卵黄生地>

BF大麦粉(※) 40 g

小麦粉(薄力粉) 40 g

または米粉

卵黄(4個分) 80 g

牛乳(または豆乳) 75 g

米油 60 g

<メレンゲ>

卵白(4.5個分) 160 g

グラニュー糖 75 g

※BF:ビューファイバー

美味しくて、  
食物繊維も多く  
摂れるよ!



●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
196 kcal	5.1 g	10.6 g	17.2 g	1.2 g	0.5 g

アレルギー原材料:卵、牛乳、小麦

- ・ビューファイバー大麦粉を50%配合したシフォンケーキは、一般品種の大麦粉を100%以上使用したものに相当しますので、ビューファイバー大麦粉を100%使用でなくても、β-グルカンや食物繊維を十分に摂取することができます。
- ・美味しく食べやすい、健康機能性に優れた大麦シフォンケーキを作りましょう。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。

2)卵黄生地をつくる

- ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
- ・次に牛乳(または豆乳)を少しずつ加えてよく攪拌する。
- ・大麦粉と小麦粉(または米粉)をふるいにかけて入れ、均一になるまでよく攪拌する。

3)メレンゲをつくる

- ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。
- ・残りのグラニュー糖を入れて高速で1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)

4)シフォン生地をつくる

- ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
- ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
- ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
- ・ゴムヘラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。

5)焼成・冷却

- ・230℃に予備加熱したオーブンを180℃、30分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
- ・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# トマトの大麦シフォンケーキ(大麦粉30%配合)



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)

<卵黄生地>

BF大麦粉(※) 25 g

小麦粉(薄力粉) 55 g

または米粉

卵黄(4個分) 80 g

米油 60 g

トマトピューレ 80 g

<メレンゲ>

卵白(4.5個分) 160 g

グラニュー糖 75 g

濃厚なトマト味は  
美味しいよ!



※BF:ビューファイバー

●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
190 kcal	4.8 g	10.2 g	17.0 g	1.0 g	0.3 g

アレルギー原材料:卵、小麦

- ・本レシピでは、市販の高リコペントマトピューレ(レトルトパックタイプ)を使用しています。
- ・トマトの機能性成分「リコペン」は油に溶けて体内に吸収されやすくなりますので、油脂を比較的多く使用する大麦シフォンケーキとの相性はバツグンです。
- ・トマトピューレは、生トマトと同様に水分量が多いことから、牛乳は使用していません。
- ・トマト果肉に含まれるペクチン(水溶性食物繊維の一種)が生地の粘りの原因になりますので、ビューファイバー大麦粉の配合率を約30%(25g)に減らしました。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。

2)卵黄生地をつくる

・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。

・トマトピューレを加えて攪拌後、大麦粉と小麦粉(または米粉)をふるいにかけて入れて、均一になるまでよく攪拌する。

3)メレンゲをつくる

・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。

・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げてメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)

4)シフォン生地をつくる

・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。

・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。

・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。

・ゴムヘラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。

5)焼成・冷却

・230℃に予備加熱したオーブンを170℃、40分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。

・焼成20分後にアルミ箔をかぶせて焼き色を調整する。

・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# ニンジンの大麦シフォンケーキ(大麦粉30%配合)



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)	
<卵黄生地>	
BF大麦粉(※)	25 g
小麦粉(薄力粉)	55 g
または米粉	
卵黄(4個分)	80 g
米油	60 g
ニンジンピューレ	80 g
<メレンゲ>	
卵白(4.5個分)	160 g
グラニュー糖	75 g

※BF:ビューファイバー

ニンジンが  
たっぷりだよ!



●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
189 kcal	4.7 g	10.2 g	16.8 g	1.0 g	0.3 g

アレルギー原材料: 卵、小麦

- ・本レシピでは、市販の冷凍ニンジンピューレを解凍して使用しています。
- ・ニンジンピューレは、生ニンジンと同様に水分量が多いので、牛乳は使用していません。
- ・ニンジンに糖分が多く含まれる場合は、生地表面の焼き色が濃くなる場合があります。その場合は、焼成後半(焼成開始20~25分後)に、アルミホイルなどで表面をカバーして焼き色を調整しましょう。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

- 1) オープンを230℃に予備加熱しておく。
- 2) 卵黄生地をつくる
  - ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
  - ・ニンジンピューレを加えて攪拌後、大麦粉と小麦粉(または米粉)をふるいにかけて入れて、均一になるまでよく攪拌する。
- 3) メレンゲをつくる
  - ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り: 高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。
  - ・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)
- 4) シフォン生地をつくる
  - ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
  - ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
  - ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
  - ・ゴムヘラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。
- 5) 焼成・冷却
  - ・230℃に予備加熱したオーブンを170℃、40分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
  - ・焼成20分後にアルミ箔をかぶせて焼き色を調整する。
  - ・焼成後はワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# バナナの大麦シフォンケーキ(大麦粉30%配合)



材料(φ17cmサイズ)

＜卵黄生地＞	
BF大麦粉(※)	25 g
小麦粉(薄力粉)	55 g
または米粉	
卵黄(4個分)	80 g
米油	60 g
生バナナ	100 g
＜メレンゲ＞	
卵白(4.5個分)	160 g
グラニュー糖	75 g

バナナの風味  
が最高だよ!



1/8カット

※BF:ビューファイバー

●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
197 kcal	4.8 g	10.2 g	18.8 g	0.9 g	0.3 g

アレルギー原材料:卵、小麦

- ・大麦粉使用量は、基本レシピの3割にして、小麦粉を7割にしました。
- ・バナナは水分を約75%以上含有するため、牛乳は使用しません。
- ・バナナペーストは、フードプロセッサーにバナナ100gと米油10gを入れ、10秒間攪拌して出来上がりです(右写真)。
- ・ペーストの褐変を抑えるため、卵黄生地を調製する直前に作りましょう。



作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

- 1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。
- 2)卵黄生地をつくる
  - ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
  - ・バナナペーストを加え攪拌後、大麦粉と小麦粉(または米粉)をふるいにかけて入れて、均一になるまでよく攪拌する。
- 3)メレンゲをつくる
  - ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。
  - ・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)
- 4)シフォン生地をつくる
  - ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
  - ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
  - ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
  - ・ゴムベラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。
- 5)焼成・冷却
  - ・230℃に予備加熱したオーブンを170℃、40分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
  - ・焼成程度に応じてアルミ箔で覆い、焼き目を調整する。
  - ・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# 抹茶の大麦シフォンケーキ(大麦粉50%配合)



材料(φ17cmサイズ)

<卵黄生地>

BF大麦粉(※) 35 g

小麦粉(薄力粉) 35 g

または米粉

卵黄(4個分) 80 g

牛乳(または豆乳) 75 g

米油 60 g

抹茶粉末 10 g

<メレンゲ>

卵白(4.5個分) 160 g

グラニュー糖 85 g

抹茶の色彩と  
香りが最高!



1/8カット

※BF:ビューファイバー

●エネルギー ●たんぱく質

●脂質

●糖質

●食物繊維

●β-グルカン

196 kcal

5.2 g

10.6 g

16.7 g

1.5 g

0.4 g

アレルギー原材料:卵、牛乳、小麦

- ・ビューファイバー大麦粉は50%使用、抹茶粉末は、香りが立つ量として10gとしました。
- ・シフォン生地のおしっとり感と甘みとのバランスを考慮して、大麦粉35g、小麦粉35g、グラニュー糖85gとしました。
- ・抹茶にはカテキンや食物繊維が豊富に含まれ、しかも鮮やかな色彩と心地よい香りが食欲をいっそう高めます。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。

2)卵黄生地をつくる

・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。

・次に牛乳(または豆乳)を少しずつ加えてよく攪拌する。

・大麦粉、小麦粉(または米粉)および抹茶をふるいにかけて入れ、均一になるまでよく攪拌する。

3)メレンゲをつくる

・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。

・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げてメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)

4)シフォン生地をつくる

・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。

・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。

・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。

・ゴムベラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。

5)焼成・冷却

・230℃に予備加熱したオーブンを180℃、30分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。

・焼成程度に応じてアルミ箔で覆い、焼き目を調整する。

・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# ココアの大麦シフォンケーキ(小麦粉不使用)



材料(φ17cmサイズ)	
＜卵黄生地＞	
BF大麦粉(※)	50 g
卵黄(4個分)	80 g
牛乳(または豆乳)	75 g
米油	60 g
純ココア粉末	20 g
＜メレンゲ＞	
卵白(4.5個分)	160 g
グラニュー糖	85 g

ココアの風味  
が最高だよ!



※BF:ビューファイバー

1/8カット

●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
189 kcal	5.1g	11.1g	15.6 g	1.8g	0.6 g

アレルギー原材料:卵、牛乳、小麦

- ・ビューファイバー大麦粉は50g使用、純ココア粉末は、香りと甘さのバランスを考えて20g使用しました。
- ・純ココア粉末には抗酸化成分であるポリフェノールと不溶性食物繊維が多く含まれているので、水溶性食物繊維β-グルカンを多く含む大麦粉との相性抜群で、最強コンビと言えます。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

- 1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。
- 2)卵黄生地をつくる
  - ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
  - ・次に牛乳(または豆乳)を少しずつ加えてよく攪拌する。
  - ・大麦粉と純ココア粉末をふるいにかけて入れ、均一になるまでよく攪拌する。
- 3)メレンゲをつくる
  - ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。
  - ・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げてメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)
- 4)シフォン生地をつくる
  - ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
  - ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
  - ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
  - ・ゴムベラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。
- 5)焼成・冷却
  - ・230℃に予備加熱したオーブンを180℃、30分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
  - ・焼成程度に応じてアルミ箔で覆い、焼き目を調整する。
  - ・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# 紫イモの大麦シフォンケーキ(小麦粉不使用)



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)

<卵黄生地>

BF大麦粉(※) 50 g

卵黄(4個分) 80 g

牛乳(または豆乳) 75 g

米油 60 g

紫イモ粉末 20 g

<メレンゲ>

卵白(4.5個分) 160 g

グラニュー糖 75 g

美味しくて、機能性成分がたっぷりだよ!



※BF:ビューファイバー

●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
186 kcal	4.7 g	10.5 g	15.3 g	1.4 g	0.6 g

アレルギー原材料:卵、牛乳、小麦

- ・ビューファイバー大麦粉は50g使用、紫イモ粉末は、生地 of 食感と甘さのバランスを考えて20g使用しました。
- ・紫イモは抗酸化成分であるアントシアニンを多く含有する食材なので、水溶性食物繊維β-グルカンを多く含むビューファイバー大麦粉との組み合わせで魅力が高まります。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

1)オーブンを230℃に予備加熱しておく。

2)卵黄生地をつくる

- ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
- ・次に牛乳(または豆乳)を少しずつ加えてよく攪拌する。
- ・大麦粉および紫イモ粉末をふるいにかけて入れ、均一になるまでよく攪拌する。

3)メレンゲをつくる

- ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量の6割程度入れて2分間攪拌する。
- ・残りのグラニュー糖を入れて1分間攪拌し、メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げてメレンゲのキメを整える(所要時間3~4分程度)

4)シフォン生地をつくる

- ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
- ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
- ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
- ・ゴムベラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスローブを描いて生地表面をならす。

5)焼成・冷却

- ・230℃に予備加熱したオーブンを180℃、30分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
- ・焼成程度に応じてアルミ箔で覆い、焼き目を調整する。
- ・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# 粉豆腐入り大麦シフォンケーキ(低糖質タイプ)



1/8カット

材料(φ17cmサイズ)	
<卵黄生地>	
BF大麦粉(※)	40 g
粉豆腐	30 g
卵黄(4個分)	80 g
牛乳(または豆乳)	70 g
米油	40 g
ラカントS(甘味料)	15 g
<メレンゲ>	
卵白(4.5個分)	160 g
グラニュー糖	30 g

※BF:ビューファイバー

身体にやさしい  
大麦シフォンだよ!



●エネルギー	●たんぱく質	●脂質	●糖質	●食物繊維	●β-グルカン
148 kcal	6.4 g	9.5 g	7.1 g	1.1 g	0.5 g

アレルギー原材料:卵、牛乳

- ・本レシピでは、粉豆腐(こうや豆腐の粉)とノンカロリー甘味料(商品名:ラカントS、サラヤ株式会社)を使用することにより、糖質を60%カットしました。
- ・ラカントSは、中国原産のウリ科植物である羅漢果(らかんか)由来の甘味成分と糖アルコールの一種であるエリスリトールを配合したノンカロリー甘味料です。
- ・粉豆腐には、血中のコレステロール値を抑制したり中性脂肪値を抑制するなど、食物繊維様の働きを持つレジスタントプロテインが18%も含まれています(44ページ参照)。
- ・材料の組み合わせを工夫することにより、低糖質でβ-グルカンおよびレジスタントプロテインたっぷりの身体に優しい大麦シフォンケーキができます。高齢者やメタボを気にされている方にもお勧めです。

作り方(基本操作編15~20ページをご参照下さい)

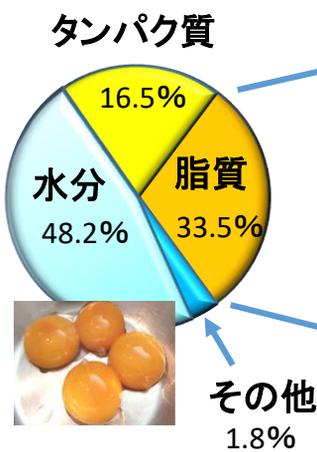
- 1) オーブンを230°Cに予備加熱しておく。
- 2) 卵黄生地をつくる
  - ・卵黄に米油を少しずつ加えながら乳白色になるまでしっかり攪拌する。
  - ・ラカントSを牛乳に溶かしておき、それを少しずつ加えてよく攪拌する。
  - ・大麦粉と粉豆腐をふるいにかけて入れ、均一になるまでよく混ぜる。
- 3) メレンゲをつくる
  - ・卵白をハンドミキサー(スピード目盛り:高速)で泡立てながら、グラニュー糖を全量入れてよく攪拌する。
  - ・メレンゲの角が立つようになったら、攪拌スピードを低速に下げメレンゲのキメを整える(所要時間5分程度)
- 4) シフォン生地をつくる
  - ・卵黄生地にメレンゲを1/4程度入れて、均一になるまで攪拌する。
  - ・残りのメレンゲを全て加えて、すばやく均一になるまで攪拌する。
  - ・シフォン型にシフォン生地を流し入れ、振動および串で空気抜きを行う。
  - ・ゴムベラを使って、シフォン型を回しながら内側から外側に向かってスロープを描いて生地表面をならす。
- 5) 焼成・冷却
  - ・230°Cに予備加熱したオーブンを180°C、30分にセットして焼成する。途中、10分後にオーブンから素早く取り出してシフォンナイフで4カ所にカットを入れ、さらに焼成を続ける。
  - ・焼成後は、ワインの空き瓶などに逆さまにさして、1時間以上冷まして完成させる。

# 4. 各種材料の基本特性 (資料編)

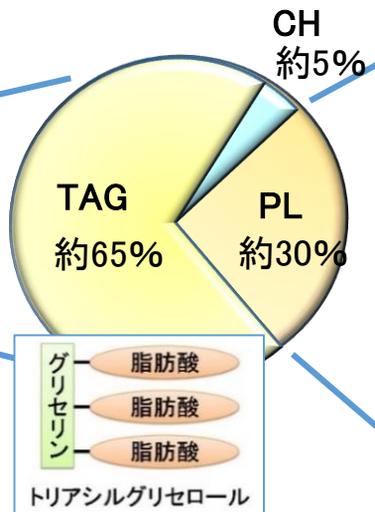


# 卵黄の主な栄養成分とリン脂質の組成

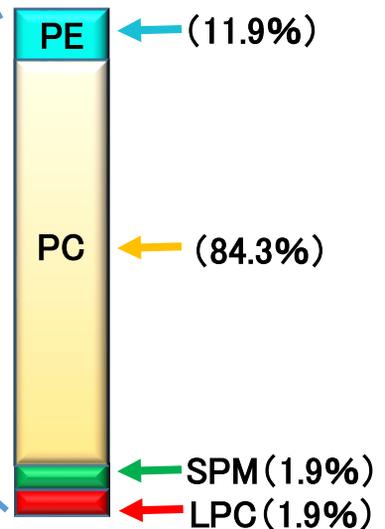
## 卵黄の栄養成分



## 脂質の組成



## リン脂質の組成



(脂質の種類)

PL:リン脂質

TAG:トリアシルグリセロール

CH:コレステロール

(リン脂質の種類)

PE:ホスファチジルエタノールアミン

PC:ホスファチジルコリン

SPM:スフィンゴエミリン

LPC:リゾホスファチジルコリン

出典:文部科学省「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」

長谷川峯夫, New Food Industry, 23, 28(1981).

シフォンケーキの主原料は卵です。その卵黄の主要成分は脂質(33.5%)であり、そのうちの約30%がリン脂質です。そのリン脂質の中で最も多いものがホスファチジルコリン(レシチンともよばれる)であり、植物油を乳化する際に強力な乳化剤として働きます。

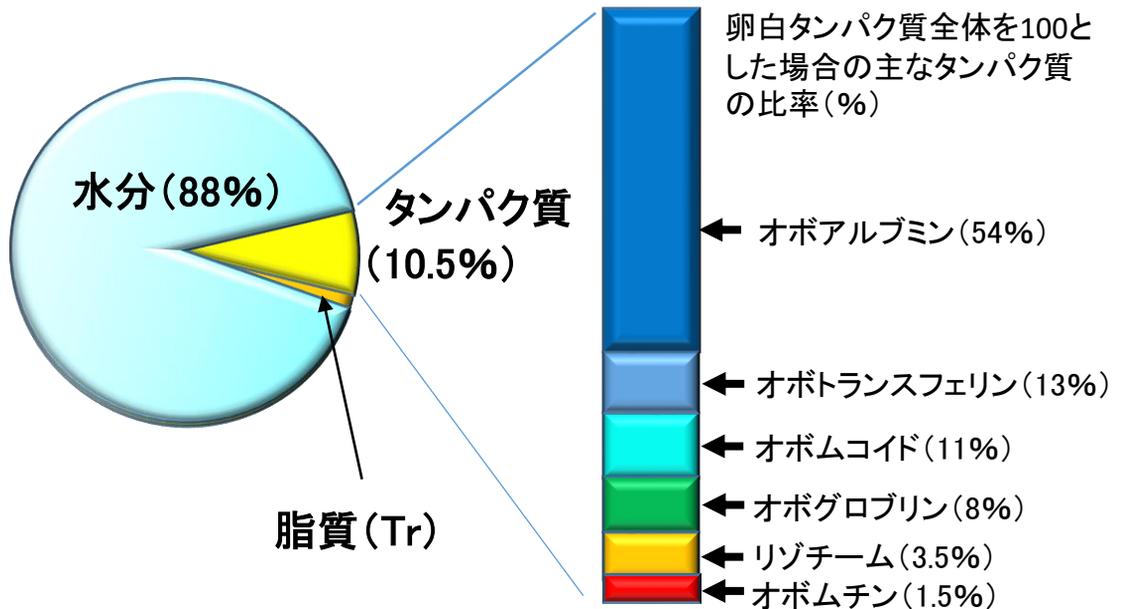
## 主なリン脂質の生理作用

リン脂質の種類	生理作用
ホスファチジルコリン(PC)	・肝疾患(脂肪肝・肝炎)の改善
ホスファチジルエタノールアミン(PE)	・血中コレステロールの低減
ホスファチジルイノシトール(PI)	・肝疾患(脂肪肝・肝炎)の改善 ・血中コレステロールの低減 ・動脈硬化症の改善
ホスファチジルセリン(PS)	・脳機能・神経機能の改善・向上 ・認知症の予防・改善

出典:柳田晃良,機能性脂質のメタボリックシンドローム予防作用, J.Lipid Nutr., 24, 61-68(2015) に基づいて作表

卵黄に含まれる各種リン脂質には様々な生理作用を持つことが知られています。主要成分であるホスファチジルコリンは肝機能の改善や睡眠を深める生理作用があることが知られています。また、ホスファチジルセリンは、脳機能を改善向上させる作用を持つことが検証されており、認知症の予防改善への効果が期待されています。

# 卵白の主な栄養成分とタンパク質の組成



出典:河田昌子、「新版 お菓子「こつ」の科学p89、柴田書店(2016年)のデータを基に作図

## 卵白に含まれる主なタンパク質と性質

		比率 (%)	卵白100g中の重量 (g)	変性温度 (°C)	等電点 (pI)	特徴・生理作用
卵白に含まれる主なタンパク質	オボアルブミン	54.0	5.7	84	4.6	・卵白に最も多く含まれるタンパク質 ・加熱により網目構造を作り、凝固する
	オボトランスフェリン	13.0	1.4	61	6.6	・金属イオン(鉄や銅など)を結合する ・抗菌作用を持つ
	オボムコイド	11.0	1.2	70	3.9~4.3	・トリプシンを阻害する作用を持つ ・卵アレルギーの抗原になりやすい
	オボグロブリン G2・G3	8.0	0.8	92.5	5.5・5.8	・傷ついた卵殻膜の保護作用を持つ ・ <b>良好な起泡性を持つ</b>
	リゾチーム	3.5	0.4	75	10.7	・抗菌作用を持つ ・リゾチームとオボムチンとの複合体が濃厚卵白のゲル状構造を形成する
	オボムチン	1.5	0.2	—*	4.5~5.0	・巨大な繊維状タンパク質 ・ <b>気泡の安定性を保つ</b> ・コレステロール低下作用を持つ

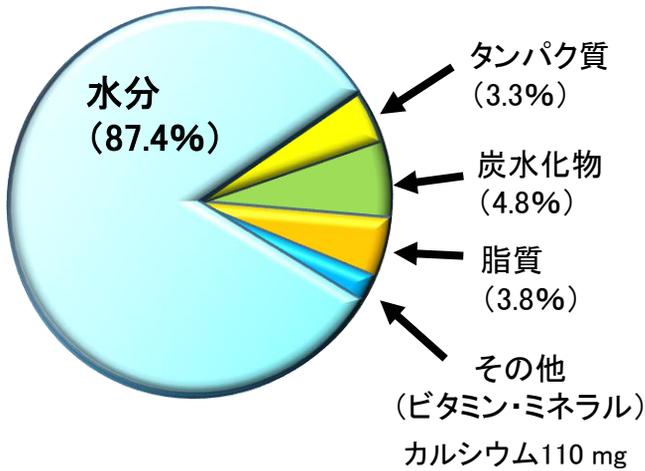
\* 不溶性のため測定不可

出典:河田昌子、「新版 お菓子「こつ」の科学」p89、柴田書店(2016年)

表は、卵白に含まれている15種類のタンパク質のうち、含有量が多いタンパク質の上位6種類を示しています。シフォンケーキ作りにとって最も重要な卵白の起泡性は、オボアルブミン、オボトランスフェリン、オボグロブリン(G2、G3)などのタンパク質が寄与しており、攪拌によって多くの空気を巻き込む性質を持っています。

一般に、鶏卵の主要栄養成分および味や色調は、鶏に与える飼料、水、鶏の健康状態、季節などにより変動することが知られています。また、同じ国産鶏種の卵であっても、保存環境や調理環境(室温、湿度)、調理器具の材質、添加物や食材によるpH変化などの要因により卵黄や卵白の性状がそれぞれ変動することがあります。もしも、大麦シフォンケーキの仕上がりに問題が生じた場合は、卵の状態や取り扱いを見直すことで解決するかもしれません。

# 牛乳の主な栄養成分とタンパク質の組成



全タンパク質	3.3g/100g	(%)
全カゼイン	2.6g	78.8
α <sub>s</sub> -カゼイン	1.26g	38.2
β-カゼイン	0.93g	28.3
κ-カゼイン	0.33g	10.0
γ-カゼイン	0.08g	2.4
全乳清タンパク質	0.70g	21.2
β-ラクトグロブリン	0.32g	9.7
α-ラクトグロブリン	0.12g	3.6
血清アルブミン	0.04g	1.2
免疫グロブリン	0.07g	2.1
ラクトフェリン	Tr	-
リゾチーム	Tr	-
その他	0.15g	4.6

出典: 文部科学省「日本食品標準成分表2015年版(七訂)」

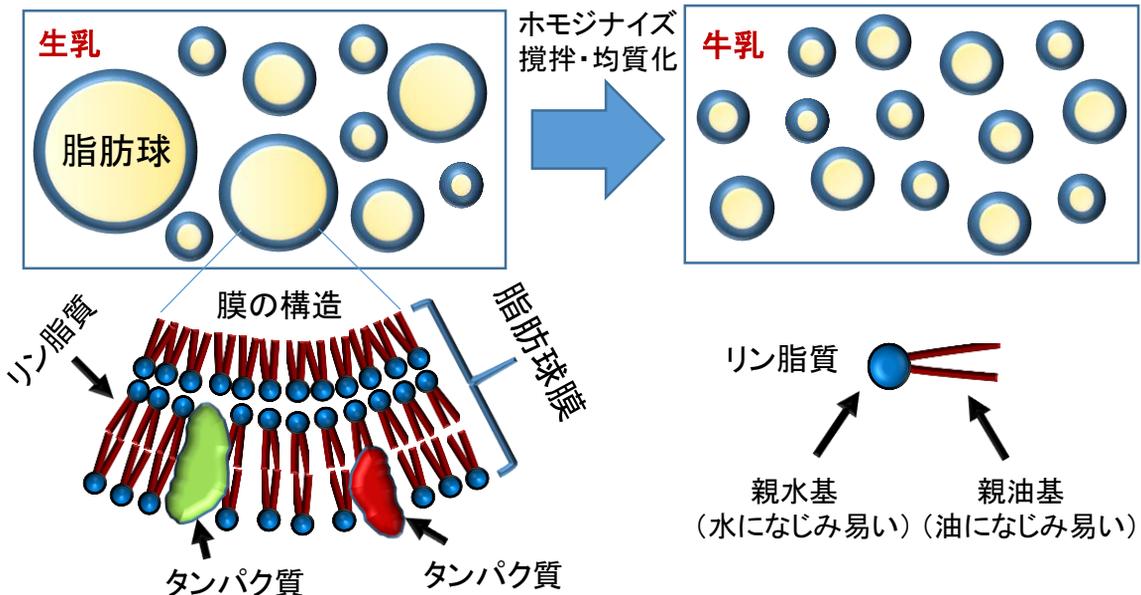
出典: 編集 田主澄三・小川 正, 「食べ物と健康2」, p80, 化学同人 (2013年)

牛乳のカゼインは、ほとんどがリン酸カルシウムを核としたカゼインミセル(CM)を形成しています。これがカルシウムやリンを吸収しやすくする働きを持ちます。また、乳清タンパク質の中には、乳脂肪球皮膜タンパク質とよばれる数種類の糖タンパク質があり、それらがリン脂質膜と一緒に乳脂肪球を形成しています(下左図)。

## 生乳から牛乳へ

生乳(せいによう)の大きな脂肪球  
(0.1~10 μm: 平均3 μm)

生乳を均質化することにより、1 μm以下の脂肪球の乳濁液になる。



出典: 河田昌子, 「新版 お菓子「こつ」の科学」p119 柴田書店 (2016年) に基づいて作図

牛乳は、生乳をホモジナイズ処理(攪拌・均質化)することにより、生じる微細な脂肪球(1 μm以下)からなる水中油滴型(O/W型)エマルジョンです。したがって、卵黄生地を作る際に生じる「卵黄リン脂質/植物油」由来のO/W型エマルジョンとの親和性が高くなっています。しかも、大麦シフォンケーキの「大麦臭」を和らげ、「コク」や「まろやかさ」を付加する働きを持ちます。

# 各種植物油の主な脂肪酸組成

植物油100gあたりの脂肪酸量

植物油	飽和脂肪酸	1価不飽和脂肪酸	多価不飽和脂肪酸(必須脂肪酸)	
	パルミチン酸・ステアリン酸など(g)	オレイン酸など(g)	n-6系(18:2)リノール酸(g)	n-3系(18:3) $\alpha$ -リノレン酸(g)
オリーブ油	13.3	77.3	7.0	0.6
ごま油	15.0	39.8	43.6	0.3
米油	18.8	42.6	35.0	1.3
大豆油	14.9	23.5	53.5	6.6
なたね油	7.1	62.7	19.9	8.1
あまに油	8.1	15.9	15.2	59.5
えごま油	7.6	16.9	12.9	61.3
ぶどう油 (グレープシード油)	10.9	19.1	68.4	0.5

出典：文部科学省「日本食品標準成分表2015年版（七訂）」

各種植物油の主な脂肪酸組成を示しました。「太白ごま油」、「米油」、「グレープシード油」、「なたね油」などで大麦シフォンケーキを試作したところ、どの植物油でも美味しく焼くことができました。必須脂肪酸(リノール酸、 $\alpha$ -リノレン酸)の含有量や香りなどを考慮して選んで下さい。特に、日本人の摂取量が不足しがちなn-3系必須脂肪酸( $\alpha$ -リノレン酸)を補うために、「えごま油」または「あまに油」を米油や大豆油などにブレンドしてはいかがでしょうか。

## 植物油に含まれる微量成分とその効果

微量成分の名称	期待される効果
植物ステロール(米油、菜種油、とうもろこし油など)	血中コレステロール低下
$\alpha$ -トコフェロール:ビタミンE(各種植物油)	抗酸化作用(老化防止)
トコトリエノール(米油、パーム油)	抗酸化作用(老化防止)
リグナン類(ごま油):セサミン、セサミノール	抗酸化作用(老化防止) アルコール分解
$\gamma$ -オリザノール(米油)	抗酸化作用(老化防止) 血中コレステロール低下 抑うつ
ポリフェノール(オリーブ油)	抗酸化作用(老化防止) 血糖値上昇抑制
$\beta$ -カロテン(パーム油)	抗酸化作用(老化防止)

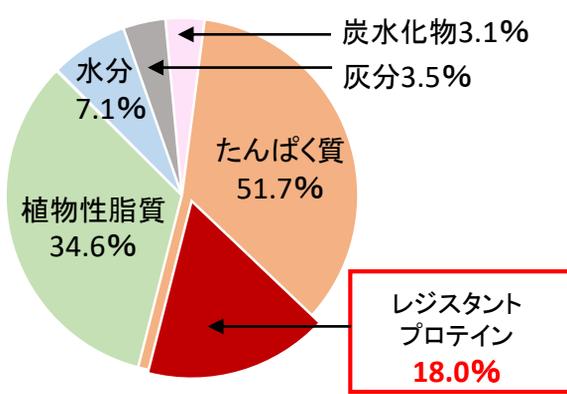
出典：一般社団法人 日本植物油協会「植物油の基礎知識」

[https://oil.or.jp/kiso/eiyuu/eiyuu02\\_04.html](https://oil.or.jp/kiso/eiyuu/eiyuu02_04.html)

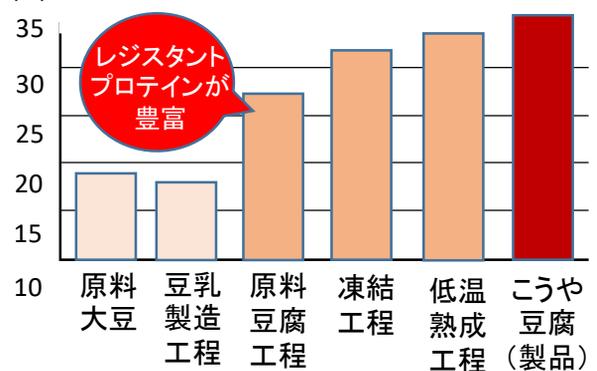
植物油には、健康維持増進に有効な微量成分を含んでいます。特に、日本人が摂取している $\alpha$ -トコフェロール(ビタミンE)の量は、その30%が植物油由来とされています。脂肪酸組成(上表)に加え、これら微量成分の生理作用も参考にして植物油を選びましょう。

# こうや豆腐(粉)に含まれるレジスタントプロテイン

こうや豆腐の栄養成分



原料や製品中に含まれるタンパク質中のレジスタントプロテインの割合 (%)



レジスタントプロテインとは、タンパク質を消化酵素で分解しても分解しきれないタンパク質であり、食物繊維に似た性質を持っています。こうや豆腐の栄養成分の中で約半分を良質な植物性タンパク質が占めますが、その3割程度がレジスタントプロテイン(難消化性タンパク質)です。

出典: 旭松食品株式会社、総合商品パンフレット「これからを大豆から。」(2018年)の一部改変

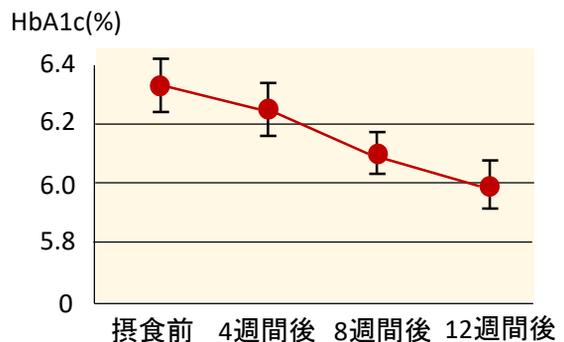
## レジスタントプロテインの健康機能性

HbA1cの値が高めの7名の方に、こうや豆腐の含め煮を3ヶ月間(1日当たり1枚)続けて摂取した期間の血中HbA1cを調べたところ、低下する結果が得られました(右図)。

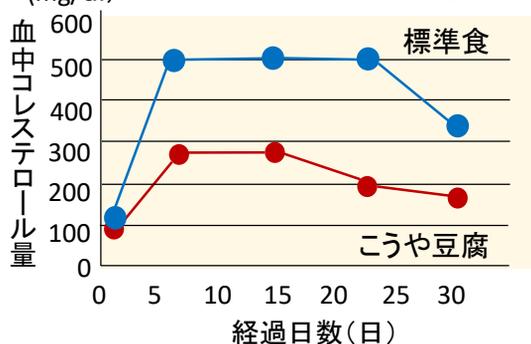
参考文献: 石黒ら, 薬理と治療, 44(9), 1363-1366(2016)。

HbA1c(ヘモグロビン・エイ・ワン・シー)とは、糖尿病を判別する指標です。1~2ヶ月間の血糖の状態を反映する数値であるため、健康診断などでも一般的に使用されるようになっています。

こうや豆腐摂取による血中HbA1cの変化

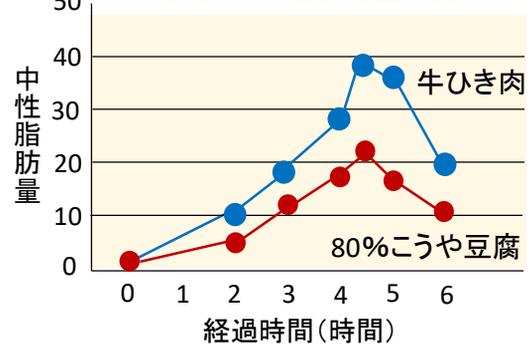


(mg/dl) 血中コレステロール量の変化



(mg/dl)

食後の中性脂肪量の変化



標準的な食餌、こうや豆腐の食餌をそれぞれラットに与え、コレステロールを測定したところ、血中コレステロールおよびLDL-コレステロールの値を減少させる結果が得られました。

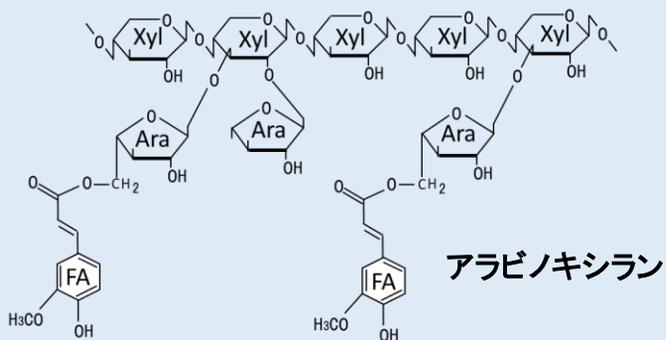
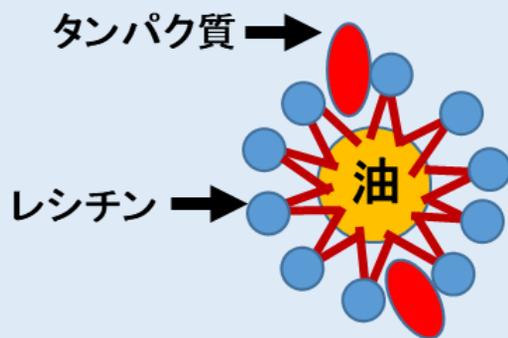
参考文献: 石黒ら, Biosci, Biotechnol., Biochem., 75, 575-577(2011)

牛ひき肉ハンバーグとこうや豆腐80%のハンバーグを食べた後、血中の中性脂肪を調べたところ、こうや豆腐ハンバーグのほうが上昇を抑える結果が得られました。

参考文献: 石黒ら, 薬理と治療, 40(10), 915-919(2012)。

出典: 旭松食品株式会社、総合商品パンフレット「これからを大豆から。」(2018年)

# 5. 補足説明



# 補 足 説 明(1)

## 1. 食物繊維(6~7ページ)

食物繊維の定義は、まだ統一されていませんが、下記のようないくつかの定義があります。

ヨーロッパ食品安全機関(EFSA):「食物繊維は非消化性の炭水化物とリグニンとする」(2007年)、コーデックス委員会(CAC):「食物繊維は、小腸で消化も吸収もされない重合度3以上の炭水化物重合体を意味する」(2006年)、FAO/WHO専門家会議:「食物繊維は、基本的に植物細胞壁多糖類である」(2007年)などです。要するに、小腸で消化されない炭水化物ということになります。

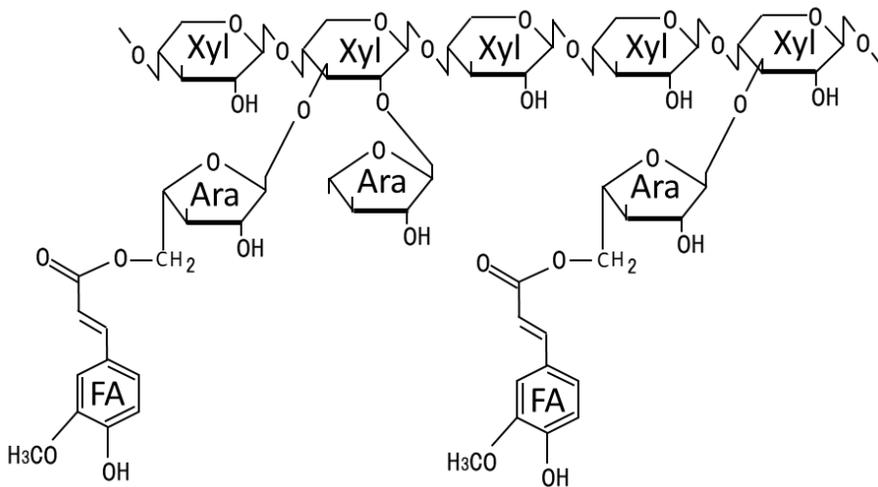
なお、食物繊維は、水溶性食物繊維と不溶性食物繊維に大きく分類されています。水溶性食物繊維には水に溶解または膨潤する野菜・果実の「ペクチン」や穀物の「β-グルカン」や「アラビノキシラン」があり、粘性を持つために、小腸での脂質や糖質の吸収に影響を与えます。一方、不溶性食物繊維には、水に膨潤しない「セルロース」や「リグニン」などがあり、腸の便秘改善効果があるとされています。

日本人の食事摂取基準(厚生労働省2015年)によると、一日当たりの推奨摂取量は、男性(18~69歳)が20g以上、女性(18~69歳)が18g以上とされています。

## 2. アラビノキシラン(7ページ)

細胞壁構成多糖の一つで、ペントーザン的一种。キシロースがβ-1,4結合で重合したキシランの骨格に、アラビノースがキシロースとα-1,3またはα-1,3:α-1,2結合で分岐した構造をもつ。本来、アラビノキシランは水溶性ですが、アラビノース側鎖に結合したフェルラ酸同士が結合することによりアラビノキシラン分子間の架橋形成により高分子化が起こり、水溶性から不溶性に変化していきます。

アラビノキシランはムギ類の胚乳細胞壁に多く含まれるが、コムギではアラビノキシランが主要構成多糖となっており、胚乳細胞壁の約88%を占め、胚乳全体での含量は2~3%である。一方、オオムギの胚乳細胞壁ではβ-グルカンが約75%、アラビノキシランは約20%となっている。アラビノキシラン含量には品種間差異と環境変動がある。アラビノキシランとコムギの品質との関係が報告されており、アラビノキシラン含量が多いと製粉歩留が低い傾向がある。また、生地の吸水性に関係し、パン体積に影響を与えるという報告がある。アラビノキシランは人体にとっては食物繊維としての機能を有する。



アラビノキシランの分子構造(推定)

Xyl:キシロース、Ara:アラビノース、FA:フェルラ酸

出典:「ルーラル電子図書館 農業技術事典(NAROPEDIA) by農研機構」(農村漁村文化協会)  
<http://lib.ruralnet.or.jp/nrpd/>

# 補 足 説 明(2)

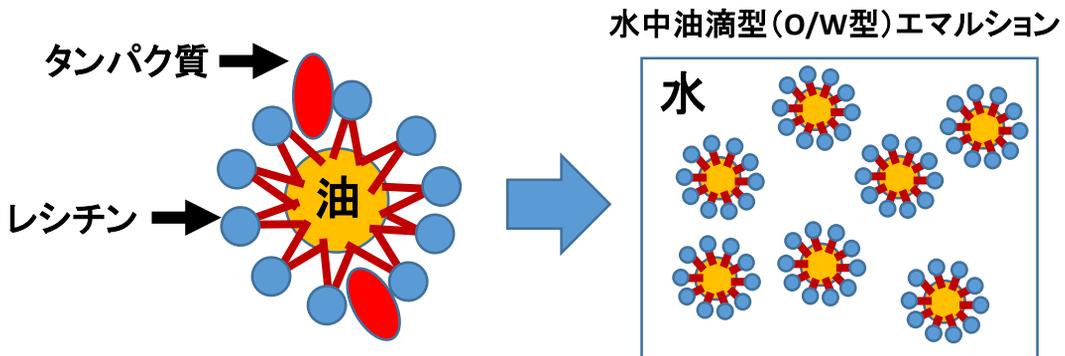
## 3. 豆乳(14ページの基本レシピ)

大豆を水に浸漬後、磨砕、加熱、濾過しておからを除いた白い乳濁液が豆乳である。豆乳は豆腐製造の中間産物で中国などでは古くから広く飲用されている。日本農林規格(JAS)では大豆固形分が8%以上のものを豆乳として定義している。豆乳製品には、豆乳以外に、調整豆乳(大豆固形分6%以上)、豆乳飲料(果汁入り・同0.9%以上、その他・同1.8%以上)および大豆蛋白飲料が含まれる。豆乳製品で問題となる大豆臭は、大豆に存在する酵素リポキシゲナーゼが脂質の酸化を触媒して発生するヘキサナルやペンタナルなどの揮発成分によるものである。この大豆臭を抑えるため、熱水を加えながら大豆を磨砕する、蒸気押出機を通して組織を破壊すると同時に高温加熱する、などのリポキシゲナーゼを失活する工夫が製造工程に組み込まれている。また、リポキシゲナーゼのない大豆品種も育成され、利用されている。

出典:「ルーラル電子図書館 農業技術事典(NAROPEDIA) by農研機構」(農村漁村文化協会)  
<http://lib.ruralnet.or.jp/nrpd/>

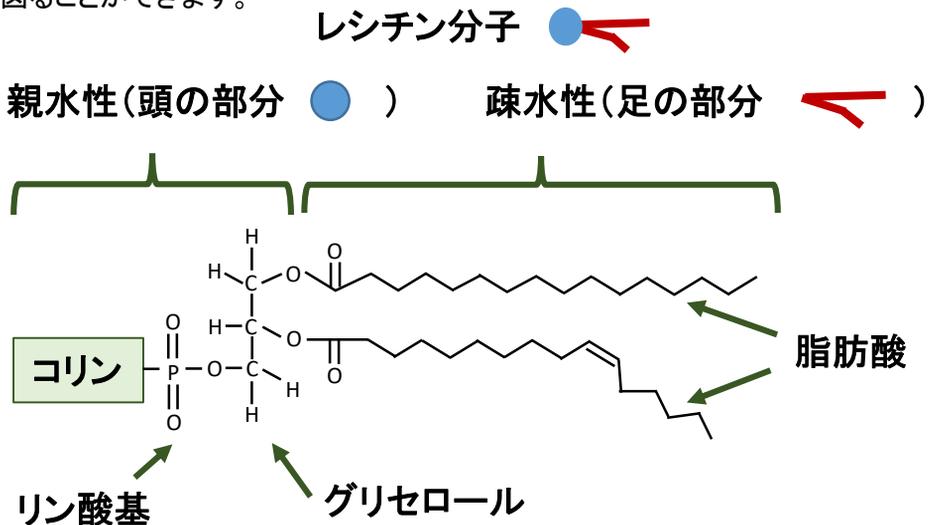
## 4. エマルション(15~16ページ)

卵黄生地は、卵黄のリン脂質(レシチンなど)やタンパク質と植物油の脂質が脂肪球(下図)を作り、水中油滴(O/W型)の乳化液(または乳濁液)となり、液相が水相と油相に分離しないで安定化します。このような乳化液を「エマルション」といいます。なお、卵黄と植物油を激しく攪拌すると、徐々にマヨネーズのように乳白色に変化する現象が観察されますが、これは、形成された微小な脂肪球が光の乱反射によって白く見えることが原因となっています。



## 5. レシチンの分子構造とメレンゲとの関わり(16ページ)

親水基(グリセロール、リン酸基、コリン)と疎水基(脂肪酸)を分子中に持ち、油脂と親和性が高い疎水基(脂肪酸)を内側にして脂肪球膜を形成します。形成されたメレンゲの泡沫は油分が接触すると崩壊しますが、植物油をレシチンの膜で包んだ脂肪球を作ることにより、メレンゲの安定化を図ることができます。



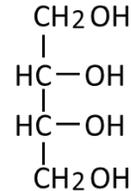
# 補 足 説 明(3)

## 6. エリスリトール(ノンカロリー甘味料)(38ページ)

エリスリトールは、ブドウ果実やキノコ、ワイン・醤油等の発酵食品に含まれている糖アルコールである(人工甘味料ではない)。生産技術については、農研機構(旧農水省食品総合研究所)と日研化学(株)との共同研究で、ぶどう糖を原料として酵母を用いた発酵により生産され、三菱化学(株)の協力を得て量産体制が確立された。エリスリトール(甘味度:砂糖の約75%)は、砂糖に比べて甘味度は低いものの、飲料用を中心に、キャンディーやチョコレート等の菓子用途、低カロリー甘味料などに使用されている。

〈国内外における安全性の評価〉

- ・内閣府食品安全委員会による評価状況:なし
- ・国内では管理上は、添加物ではなく食品として扱われている。
- ・WHO/FAO合同食品添加物専門家会議(JECFA):再評価を実施し、ADI(一日摂取許容量)を特定しないと決定(2009)。
- ・欧州食品安全機関(EFSA):再評価(2010)を行い、摂取量次第では安全性に懸念があると結論。
- ・米国食品医薬品庁(FDA):GRAS(安全基準合格証)認証。飲料用を除く添加物として認可。  
1g/kg体重/日の摂取で、消化管への有意な影響が見られないとしている(2006)。



エリスリトールの構造

出典:内閣府食品安全委員会「H22年度食品安全委員会が自ら食品健康影響評価を行う案件について」(資料7)

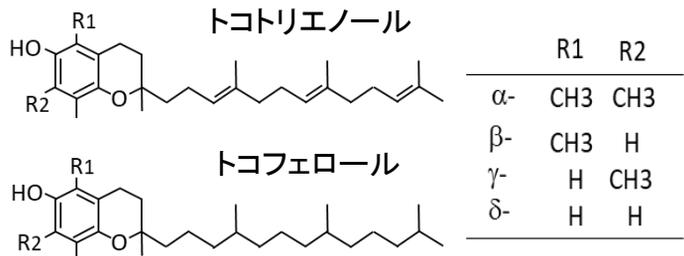
## 7. γ-オリザノール(43ページ)

米ぬか油から発見された機能性物質。トリテルペンアルコール類のフェルラ酸エステルの総称であり、アルコール部としてはシクロアルテノールや24-メチレンシクロアルタノール等10種類程度が報告されている。発見されたのが米ぬか油中であり、分子中にOH基を有するため、イネの学名であるOryza sativaから「γ-オリザノール」と命名された。γ-オリザノールは抗酸化性を有しており、α-トコフェロールより単位重量当たりの効力は劣るが、種々のアミノ酸の共存により高い効力を示す。動物実験において、コレステロールの吸収抑制効果、血漿総コレステロール低下効果、血管への脂肪層蓄積抑制効果が報告されている。また、成長促進作用、性腺刺激作用も報告されている。臨床試験では、自律神経失調症、更年期障害に伴う諸症状に対して一定の効果があることが報告されている。頭部外傷後遺症の治療に有効であるという報告もある。また、皮膚の老化防止作用や紫外線吸収作用を活かして、化粧品等にも利用されている。

出典:「ルーラル電子図書館 農業技術事典(NAROPEDIA) by農研機構」(農村漁村文化協会)  
<http://lib.ruralnet.or.jp/nrpd/>

## 8. トコリエノール(43ページ)

トコリエノールはビタミンEの一種であり、抗酸化作用のほか、ヒトでのコレステロール低下作用や動脈硬化、リウマチ性関節炎などの予防効果についての報告もあることから「スーパービタミンE」と呼ばれることもある。一般に、ビタミンEはトコフェロールとして知られているが、トコリエノールはトコフェロールの側鎖に二重結合を3つ有するところが異なる。



トコリエノールとトコフェロールの化学構造  
α-, β-, γ-, δ-体という4つの異性体がある

出典:農研機構「米ぬかからの高純度トコリエノール製造技術を開発」(2007年)

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/tarc/043747.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/tarc/043747.html)



裏表紙: 栃木県足利市「ビューファイバー」圃場

2019年8月発行

企画発行: 農研機構 次世代作物開発研究センター  
〒305-8518 茨城県つくば市観音台2-1-2  
TEL(029) 838-8260 FAX(029) 838-7408

企画・編集: 農研機構 フェロー/ 大麦利用研究会 世話人代表	小前 幸三
農研機構 主席研究員	塔野岡 卓司
農研機構 主席研究員	柳澤 貴司
農研機構 主席研究員	吉岡 藤治
農研機構 上級研究員	一ノ瀬 靖則
農研機構 上級研究員	神山 紀子
監修: 大妻女子大学 教授	青江 誠一郎
京都府立大学 教授	松井 元子
料理本ディレクター	やぎぬま ともこ
協力: 日本雑穀協会 雑穀アドバイザー/ 大麦利用研究会 世話人	森川 喜代美
大麦利用研究会 世話人	山下 保喜
栄養士/食育アドバイザー	中塚 由子

本冊子は、農研機構次世代作物開発研究センター(旧作物研究所)が育成した高β-グルカン大麦品種「ビューファイバー」の普及拡大を推進するために、政府委託プロジェクト研究「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(2009~2010年度)において開発した高β-グルカン大麦シフォンケーキのレシピを一部改良するとともに、大麦利用研究会が開発した新たなレシピを統合して、大麦シフォンケーキのマニュアル本として作成したものです。

なお、レシピ改良や新たなレシピ開発においては、上記プロジェクト研究の「ビューファイバー」大麦粉100%シフォンケーキの共同開発者である小谷博一氏(農業生産法人「くらぶコア」・元食品開発マネージャー)にご指導をいただきましたことをここに明記するとともに、心より感謝申し上げます。

ここに記載されている情報について無断で転載・複製することを禁止します。

