

# 機能性ヨーグルトを探る

～自家製“機能性ヨーグルト”は作れるか～

京都市立北白川小学校 6年2組 縣 俊佑

## 目 次

研究の動機	3
調べたいこと	3
予想	4
用意したもの	4
実験方法	7
結果	10
考察	28
参考にしたもの	35
謝辞	35

# 研究テーマ；機能性ヨーグルトを探る ～自家製“機能性ヨーグルト”は作れるか～

京都市立北白川小学校 6年2組 縣 俊佑

## 研究の動機

最近、スーパーの乳製品売り場を見るとたくさんの種類のヨーグルトが並んでいる。昔からあるプレーンヨーグルトに加えフルーツ味付きヨーグルト、特にここ数年では、「〇〇に効く！」と表示された機能性食品と呼ばれるヨーグルトが幅を利かせている。

当初は腸内環境を良くし便通が良くなるとして食べられてきたヨーグルトだが、最近では風邪やインフルエンザが流行する冬に感染予防のために食べるヨーグルトや、内臓脂肪やプリン体を減らすとか、花粉症を防ぐなどいろいろな「機能」をうたっているヨーグルトが増えている。

しかも毎日継続して食べることに意義があるので、ぼくは「健康のため家族みんなで機能性ヨーグルトを毎日食べたい！」と思っているが、普通のヨーグルトより付加価値があるせいか、機能性ヨーグルトは高価である。

そこで、今話題の機能性ヨーグルトにはどんな種類があってどのような特徴があるのか？どういう目的でどれを選べばいいのか？安価に自分で作ることはできるのか？ということを検証してみることにした。



ライフ北白川店 ヨーグルト売り場

## 調べたいこと

- ① 機能性食品とは何か？
- ② 機能性ヨーグルトの種類と効能、選び方
- ③ ヨーグルトの作り方
- ④ 種菌の種類と培養時間を変え、味やとろみ、固まり方、菌数の変化などを比較する。

## 予想

- ◎無菌操作ができれば、機能性ヨーグルトは自家製で作れると思う。
- ◎毎回、少しづつ種菌を残していくば牛乳を買い培養するだけでヨーグルトができるので経済的だと思う。
- ◎しかし各メーカーが高額の費用をかけ研究して商品化しているので、自家製ではできない作製法があるのかもしれない、それも調べてみたい。
- ◎また何度も作っていくうちに自家製ヨーグルトができなくなったりすることもあるようなので、その原因は何かも調べてみたい。

## 用意したもの

- ◎牛乳（成分無調整のもの）

よつ葉特選十勝牛乳



- ◎機能性ヨーグルト（種菌用）11種類

①明治ブルガリアヨーグルト LB81 プレーン



②森永ビヒダスプレーンヨーグルト



③雪印メグミルク ナチュレ 恵 megumi

プレーンヨーグルト



④ヤクルト ソフト



⑤小岩井生乳 100%ヨーグルト



⑥タカナシおなかへ GG!



⑦ダノンビオ



⑧グリコ Bifix ヨーグルト



⑨明治プロビオヨーグルト R-1



⑩明治プロビオヨーグルト PA-3



⑪明治プロビオヨーグルト LG21



◎ ヨーグルトメーカー ; アイリスオーヤマ PYG-15



◎ pH メーター ; (株)佐藤商事 デジタル pH 計 PH5011ST

◎ スライドグラス ; 松波硝子 水切放スライドグラス S1225

◎ カバーガラス ; AS ONE 10211818C



◎ とろみ測定 ; サラヤ簡単とろみ測定板スタートキット



◎ 顕微鏡 ; CELESTRON LCD Digital Microscope II



◎ セルカウンタープレート

ワトソン 177-212C Burker-Turk Type



◎ デジタルカメラ ; パナソニック DMC-FX01

- ◎スプーン
- ◎計量カップ



## 実験方法

- ◎スーパーで購入可能な機能性ヨーグルトを集め、1種類ずつ各商品の性状を調べる。

pH

菌数（顕微鏡観察）

とろみ測定

食感

- ◎購入した機能性ヨーグルトを種菌として新たにヨーグルトを作成する。

### [自家製ヨーグルトの作成]

培地として成分無調整牛乳（よつ葉特選十勝牛乳）1000mlを準備し、培養温度との差を小さくするため、予め加温する。キャップを締めたまま電子レンジ600Wで3分加熱するとだいたい40℃ぐらいに加温される。



キャップを開ける前に除菌用アルコールスプレーで殺菌しておく。

キャップを開けて、100ml分の牛乳を取り出す。

代わりに種菌として機能性ヨーグルト100mlを添加し、ゆっくり転倒混和する。



熱湯消毒した小分け容器に120mlずつ分注し、ヨーグルトメーカーに入れ、培養温度を41℃、培養時間を1時間、2時間、3時間、4時間、5時間、6時間、8時間、10時間として培養する。

培養時間が経過したらすぐに冷蔵庫に入れ冷やし反応を止める。



◎よく冷えてから、pH、菌数の変化（顕微鏡観察）、とろみ測定を行い各培養時間による変化を比較する。

#### pH測定法

一般に乳製品の酸度測定は、ホエイ（乳清）とヨーグルト部分をまぜて糖酸度計という器械で糖度と酸度を測定するそうだが、今回は糖酸度計（とても高価）が手に入らなかったのでホエイ部分をpHメーターで測定し酸性の度合いを調べることにした。



#### ～酸度とpHの違い～

酸度とは、溶液中に酸がどのくらいの比率で含まれているかを表す、酸味（すっぱさ）を示す指標。日本では、酸度の値は、酸の成分が溶液100mL中、何g含まれているか(%)を示すのが一般的ですが、海外では1000mL(1L)の中に何g含まれているかを表したりと様々ある。

酸度とは別に、酸性の度合いを表すものでpHがあり、ピーエイチ、またはペーハーと読む。溶液が酸性かアルカリ性（塩基性）か、または中性か、その度合いを見るのがpHという指標である。実は、pHと酸度は関係があるが、考え方方が異なる。

pHは溶液中の水素イオン ( $H^+$ ) 濃度を表す。

## 菌数の観察

ヨーグルト中の乳酸菌の観察と菌数確認のため、乳清部分をバクテリア用のカウンタープレートを使用し顕微鏡観察するつもりだったが、バクテリア用はとても高価（30,000～40,000円）だったので入手できず、ビルケルチュルクタイプを用いて菌数を数えようと思った。しかしプレートのウェルに深さがあるため（容積が大きかったため）菌が浮遊し正確に数えられなかった。

そこで、スライドグラスに乳清を一滴取りカバーガラスをかけ顕微鏡観察し、元のヨーグルトと比較して見ることにした。

またヨーグルトの半固体部は乳タンパクが多く観察に適さないとのことだったので、なるべく上澄みの乳清部分を取り観察するようにした。



## とろみの測定法

測定方法；サラヤ簡単とろみ測定板使用

- ① 水平な場所にシートを置き、内径 30 mm のリングを同心円の中心に置く。
- ② 測定したいとろみ液（ヨーグルト）をリングのすり切り一杯まで入れ（20ml）、30 秒間静置する。
- ③ リングを垂直に持ち上げ、30 秒後、溶液の広がり距離を①～⑥の 6 点測定する。その平均値を LST（Line Spread Test）値とする。



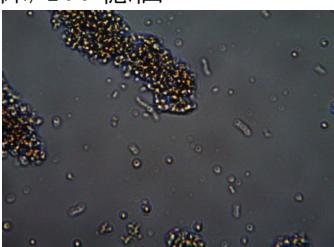
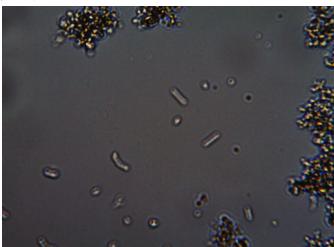
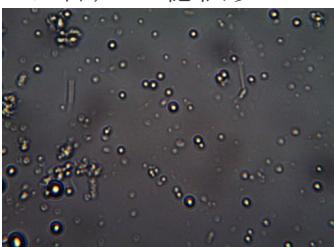
## 食感

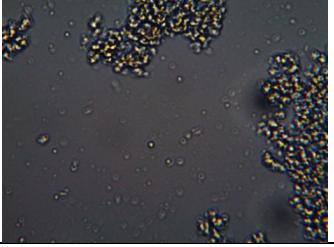
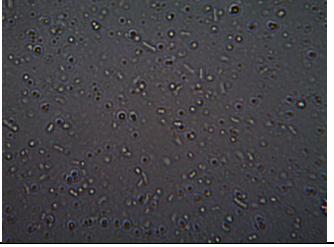
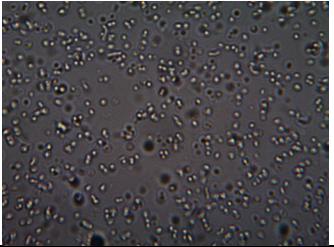
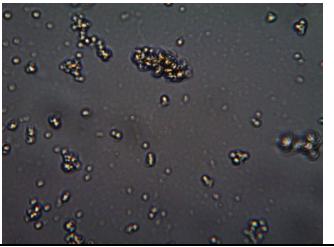
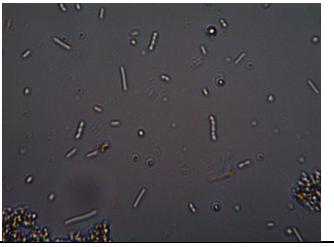
食べてみて感じた特徴を市販商品と比べてみる。

## 結果

◎ 今回の実験では、①～⑥は特定保健用食品、⑦⑧は機能性表示食品、⑨～⑪は一般食品のヨーグルトをそれぞれ選び調べた。また今回の実験では、牛乳と乳酸菌を使ってできる機能性ヨーグルトを対象にしているので、乳酸菌飲料や有効成分添加型ヨーグルトは除いている。加えて、培養温度が低温（室温20～30℃）のカスピ海ヨーグルト（クレモリス菌）も除いている。

市販商品の性状

	pH	菌数 (100g 中)	とろみ (LST)	食感	その他
①明治ブルガリアヨーグルト LB81 プレーン	3.4	LB2038 株/10 億個 サーモフィラス菌 1131 株/100 億個 	28	酸味が強め。さっぱりしているが、乳脂肪のコクも感じる。	特定保健用食品 典型的なヨーグルト系
②森永ビヒダスプレーンヨーグルト	3.5	ビフィズス菌 BB536/20 億個 	25.8	なめらかでさっぱりしている。酸っぱく感じない。	特定保健用食品 典型的なヨーグルト系
③雪印メグミルクナチュレ恵 megumi プレーンヨーグルト	3.5	ガゼリ菌 SP 株/5 億個 ビフィズス菌/10 億個 	20.6	酸味がマイルド。コクと甘みがある。固めで程よい酸味。粘りがありクリーミーでもつたりしている。	特定保健用食品 典型的なヨーグルト系
④ヤクルト ソフト	3.6	L. カゼイ YIT 9029 (シロタ株) 10 億個以上 	22.5	酸味が押さえられ、甘みが強く、寒天が入っているせいか固め。甘い香りで食べやすい。	特定保健用食品 寒天添加系

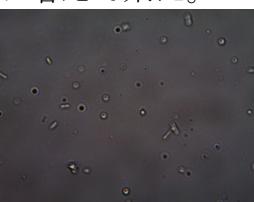
⑤小岩井 生乳 100%ヨーグルト	3.7	ビフィズス菌 Bb-12 株 /40 億個 	34.3	酸味がなく、牛乳の甘みとコクが強い。クリーミー。ドリンクヨーグルトのようにトロトロしている。	特定保健用食品 トロトロ系
⑥タカナシおなかへ GG!	3.2	LGG 乳酸菌/140 億個 	22	酸味が有り後味が甘い。寒天で固めてある。	特定保健用食品 寒天添加系
⑦ダノンビオ	3.6	ビフィズス菌 BE80/89 億個(2 カップ 150g 中) 	29	トロトロしてクリーミー。すっきりとした口当たりで、酸味が弱くマイルド	機能性表示食品 トロトロ系
⑧グリコ Bifix ヨーグルト	3.7	ビフィズス菌 Bifix/100 億個 	22.5	酸味がなく甘い。寒天で固めてあるのでやや固め。	機能性表示食品 寒天添加系
⑨明治プロビオヨーグルト R-1	3.1	1073R-1 乳酸菌 20 億個/112g 	23	適度な固さとほのかな甘みがあり食べごたえがある。	一般食品
⑩明治プロビオヨーグルト PA-3	3.4	PA-3 乳酸菌 菌数不明 	27	酸味が強めで水分量が多い。甘みがあってさわやかでおいしい。	一般食品

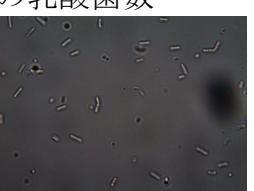
⑪明治プロビオヨーグルト LG21	3.4	LG21 乳酸菌 数十億個(112g 中) 	24.1	適度な酸味と甘さがあり、後味スッキリクセがない。乳清多め。	一般食品
-------------------	-----	---	------	-------------------------------	------

### 市販商品を種菌として作成した自家製ヨーグルトの時間経過と性状の変化

#### ① 明治ブルガリアヨーグルト LB81 プレーン

乳酸菌が多いのか、発酵が早い。乳清は少ないが、発酵が進むと酸味が強くなって食べにくい。4時間後に商品に最も近い味と食感になった。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1時間後	6.5	乳タンパクが多く、乳酸菌は少ない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2時間後	5.2	乳タンパクが多く、乳酸菌は少ない。 	なし	ほぼ牛乳のままだが、下の方がモロモロになり少しあたまっている。少しヨーグルトの香りがある。	
3時間後	4.2	乳清が分離し、乳酸菌が増えてきた。 	33.3	やわらかいが固まっている。まろやか	
4時間後	3.7	酸度が元に近づいて、乳酸菌も増えている。 	31.8	より固まっている。酸味も少なく食べやすい。まろやか	一番おいしい

5時間後	3.5	酸度が元のものとほぼ同じ。乳酸菌も1時間前の倍になった。 	25.6	固めで酸味も食感も一番もとのヨーグルトに近い。	
6時間後	3.2	酸度が増し、乳酸菌が増えた。 	28.6	酸味が強い。固め。	
8時間後	2.9	乳酸菌が元のものより増えている。 	32.5	酸味がより強い。しっかり固まっているけれど、なめらか。	
10時間後	2.9	2時間前と同じくらいの乳酸菌数 	31.6	酸味が強い。後味も酸っぱい。	

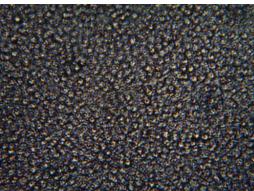
### ① 森永ビヒダスプレーンヨーグルト

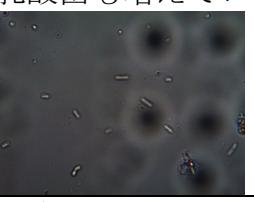
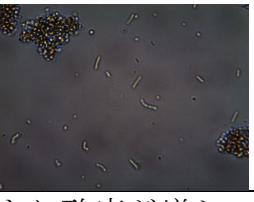
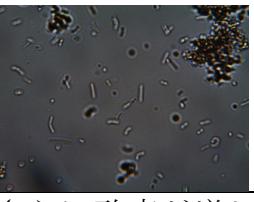
発酵が早く酸度が上昇するが、酸っぱく感じない。マイルドな酸味で食べやすい。

4時間後に商品と同じような味と食感になった。

酸素が嫌いな偏性嫌気性菌であるビフィズス菌が増えているかどうかはわからなかつたが、自家製ヨーグルトはできた。

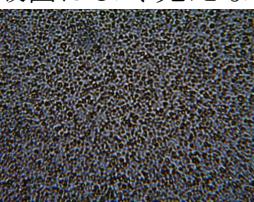
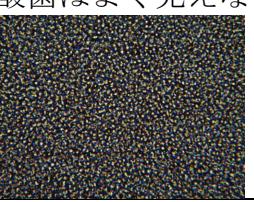
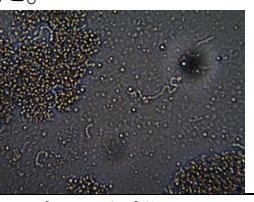
ビフィズス菌の培養には技術が必要だと思う。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1時間後	6.4	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	

2時間後	5.4	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳だが香りはヨーグルトっぽい酸味	
3時間後	4.2	乳清が分離し、乳酸菌が増えてきた。 	36.6	ゆるく固まっている。酸味はあまり感じない。	
4時間後	3.8	酸度が上がってきた。乳酸菌も増えている。 	28.6	固め。酸味は元のヨーグルトに近い。まろやか。香りがヨーグルト臭。後味がさわやかでおいしい。	一番おいしい
5時間後	3.5	酸度が元のものとほぼ同じ。乳酸菌数も元のものに近い。 	29.6	固め。一番元のヨーグルトに近い味。後味に酸味	
6時間後	3.3	元のものより酸度が増し、乳酸菌が増えた。 	27.1	かなり固めで酸味が強い。まろやか	
8時間後	3.2	より酸度が増し、乳酸菌が増えた。 	26	かなり固めで酸味が強い。	
10時間後	2.9	さらに酸度が増し、乳酸菌は8時間と同じ。 	29.1	固め。乳清が多く酸味が強い。	

③雪印メグミルク ナチュレ恵 megumi プレーンヨーグルト

発酵にかかる時間は普通（4～5 時間）。発酵が進むと乳清が増えるがクリーミーでおいしい。5 時間後に商品と同じ味と食感になった。

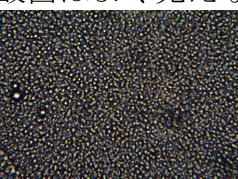
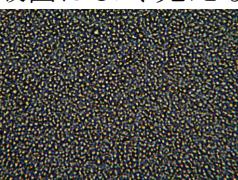
	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	6.7	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2 時間後	6.0	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳だがわずかにヨーグルトの香りがする。	
3 時間後	4.9	乳タンパクが少し固まり、乳酸菌が増えってきた。 	53.6	ゆるめのドリンクヨーグルトのような固さ。酸味はあまり感じない。ヨーグルトの香り。	
4 時間後	4.0	乳清が分離し、乳酸菌が見えるようになってきた。 	33.5	固まっているが柔らかでクリーミー。酸味は少ない。	
5 時間後	3.5	乳酸菌が増えてきた。 	28.8	しっかり固まっているがクリーミー。酸味はマイルドで元のヨーグルトに近い味。	一番おいしい
6 時間後	3.3	乳酸菌の数が安定してきた。 	25.5	固め。酸味があるが後味がスッキリしている。	

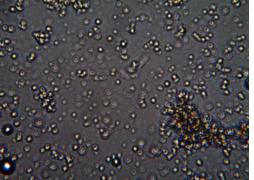
8 時間後	3. 0	乳酸菌の数が安定してきた。 	26. 5	酸味が強い。固いが粘りがある。後味も酸味が残る。	
10 時間後	2. 8	乳酸菌の数が安定してきた。 	30. 5	酸味が強い。固さは5時間後と同じくらい。少しとろみがある。後味がかなり酸っぱい。	

#### ④ ヤクルト ソフル

寒天添加系、乳清多め。発酵すると乳清が多くなり水っぽくなるタイプのヨーグルトは、寒天で固めてあるものが多いことがわかった。

6 時間後に商品と同じような味と食感になった。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	6. 7	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2 時間後	6. 6	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま。	
3 時間後	6. 1	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま。	
4 時間後	5. 0	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	わずかなとろみが出てきたが測定不能。	上の方は牛乳に近いが、下の方に塊ができた。わずかにヨーグルトの香り。	

5時間後	4.3	乳タンパクが少し固まり、乳酸菌が増えてきた。 	36	緩めに固まっている。とろとろ。乳清と固形分が分離している。酸味は少ない。	
6時間後	3.8	乳清が分離し、乳酸菌が見えるようになってきた。 	31.6	やわらかく固まっている。乳清が多く水っぽい感じ。酸味が出て来た。後味にわずかな酸味を感じる。	一番おいしい
8時間後	3.5	乳清が多く乳酸菌がよく働いているようだが、菌数としてはあまり多くない。 	31	ヨーグルトの香り。元のソーフールと同じ香り。固まったが乳清が多くやわらかい。酸味が強く、後味も酸味が強くなつた。	
10時間後	3.2	乳清が多く乳酸菌がよく働いているようだが、菌数としてはあまり多くない。 	35.1	酸っぱい香り。乳清が多く乳タンパクと分離している。水っぽい。だから寒天で固めてあるのか？酸味が強く後味の酸っぱい。	

##### ⑤ 小岩井 生乳 100%ヨーグルト

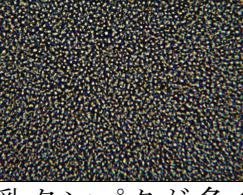
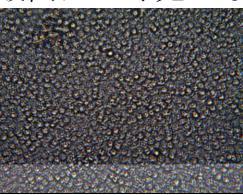
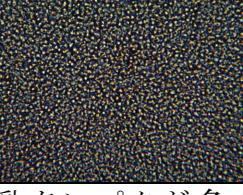
トロトロ系、発酵に時間がかかる。10時間では商品同様のヨーグルトはできなかった。ヨーグルトメーカーのホームページで調べたところ、発酵には前発酵製法を採用しているとのこと。12~24時間程度かかるという。

ヨーグルトには、容器に充填してから発酵させる「後発酵」のものと、発酵させてから容器に充填する「前発酵」の2種類の製法があるそうだ。

「前発酵」タイプのヨーグルトは専用の発酵用タンクが必要となり、一度に多くの量を生産できない。そのため、現在は「後発酵」が主流となっているそう。

「安定剤など使わずに日々変化する発酵の状態をコントロールして一定の品質に仕上げるには熟練した目と経験が不可欠です」とHPにもあるように、小岩井ヨーグルト独自の発酵環境とプロの技が必要なのだと思う。

このヨーグルトは、家庭で作るのは難しいかも知れない。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1時間後	6.9	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2時間後	6.3	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
3時間後	6.3	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
4時間後	6.0	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
5時間後	5.6	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま わずかなヨーグルト臭	
6時間後	5.3	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ヨーグルト臭 ゆるいドリンクヨーグルト状	

8 時間後	5. 0	乳タンパクが少し固まり、乳酸菌が増えってきた。 	54. 6	ヨーグルト臭が強くなつてきた。ドリンクヨーグルトぐらいのとろみ。	
10 時間後	4. 8	ようやく乳酸菌が見えてきた。 	45. 1	少し固まってきた。ヨーグルトの香りがするが酸味はまだ感じない。	

## ⑥ タカナシおなかへ GG!

寒天添加系、発酵に時間がかかる。

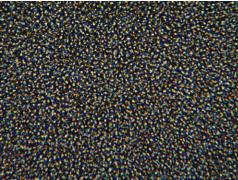
今回の実験では、10 時間で商品同様のヨーグルトはできなかった。

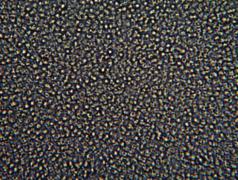
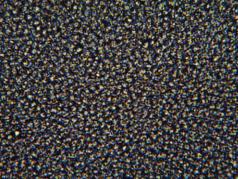
もう少し時間をかけるか、種ヨーグルトを多めに入れた方がいいのかも。

トクホ第一号のヨーグルト（1996 年発売）らしい。

ヨーグルトメーカーのホームページで調べたところ、発酵には 12 時間以上かかるよう。

このヨーグルトは、家庭で作るには時間と技術が必要で難しいように思った。

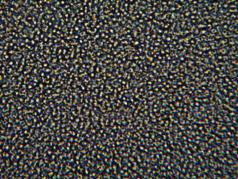
	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	6. 5	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2 時間後	6. 5	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
3 時間後	6. 4	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	

4 時間後	6.3	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま わずかにヨーグルト臭	
5 時間後	6.3	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま わずかにヨーグルト臭	
6 時間後	6.2	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま わずかにヨーグルト臭 下にわずかに固まり有り。	
8 時間後	6.2	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	下に固まりがあるが、上はほぼ牛乳。 わずかにヨーグルト臭	
10 時間後	6.2	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	わずかにヨーグルト臭 表面に膜、下に固まり。 でも中心部分はほぼ牛乳。	

## ⑦ ダノンビオ

トロトロ系

⑤小岩井生乳 100%ヨーグルトよりかためのトロトロ系だが、3時間後からちゃんと固まり始め、4時間後には商品の味と食感に近づいた。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	5.7	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	

2時間後	4.9	乳タンパクが固まり、乳酸菌が増えてきた。 	55.1	とろみはほぼなし。わずかな酸味とヨーグルト臭。	
3時間後	3.8	乳タンパクが固まり、乳酸菌が増えてきた。 	30.3	しっかり固まっているがクリーミー。酸味はあまり感じない。	
4時間後	3.5	乳タンパクがさらに固まり、乳酸菌が増えってきた。 	23.5	しっかり固まっているがクリーミー。さわやかな酸味とヨーグルトの香り。乳清なし。	一番おいしい
5時間後	3.1	乳清ができ、乳酸菌がどんどん増えてきた。 	25.8	しっかり固まった。酸味は強い。乳清が出てきた。	
6時間後	3.0	乳清ができ、乳酸菌がさらに増えてきた。 	25.1	しっかり固まった。酸味は強く、後味にも酸味が残る。乳清が増えもつたりしてきた。	
8時間後	2.8	乳清ができ、乳酸菌がさらに増えてきた。 	26	しっかり固まった。酸味が強い。後味にも酸味が残る。乳清が増えさらにもつたりしてきた。	
10時間後	2.7	乳清ができ、乳酸菌がさらに増えてきた。 	26.5	しっかり固まった。酸味は強く、後味は酸っぱい。乳清もさらに増え、もつたりしてきた。	

## ⑧グリコ Bifix ヨーグルト

寒天添加系、加糖で甘く食べやすい。

実験では寒天を入れていないのに5時間後にはしっかりと固まり商品と変わらないような食感になった。

乳酸菌飲料のカルピスのような甘い香りがした。

時間が経つと乳清が多くなり水っぽくなつたので、寒天を添加し食感を変えないように工夫しているように感じた。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1時間後	6.6	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳と同じ	
2時間後	6.1	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	わずかにとろみがあるが測定できるほどではない。	
3時間後	5.0	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	52.8	下の方は少し固まりかけているが上の方はゆるくとろみがある程度。わずかにヨーグルト臭。ゆるいドリンクヨーグルト状。	
4時間後	4.1	乳タンパクが固まってきて、乳酸菌が増えてきた。 	32	固まっている。ヨーグルトの香り。乳清が出てきた。酸味は弱く甘みを感じる。	
5時間後	3.8	乳タンパクが固まってきて、乳酸菌が増えてきた。 	29	しっかり固まっている。さわやかな酸味がありおいしい。乳清あり。	一番おいしい

6 時間後	3. 5	乳清ができ、乳酸菌がどんどん増えてきた。 	28. 1	酸味があるが同時に甘みも感じる。後味は酸味。乳清が増えた。	
8 時間後	3. 4	乳清ができ、乳酸菌が増えてきた。 	29. 8	しっかり固まっている。酸味は強く、後味は酸っぱい。	
10 時間後	3. 2	乳清が増え、乳酸菌は2時間前とほぼ同じ。 	30. 5	しっかり固まっている。乳清が分離し水っぽい。酸味は強く、後味は酸っぱい。	

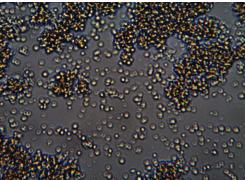
#### ⑧ 明治プロビオヨーグルト R-1

砂糖が添加してあるので甘くて食べやすい。酸味もマイルドでクセがなく、機能性ヨーグルトの中で一番売れているのは理解できる。

4 時間後にはほぼ商品と変わらない食感になった。

長く発酵させると乳清が増えて酸味が強くなるようなので注意が必要だが、自家製で作成できる。

しかし機能性有効成分の EPS (多糖体) が産生されているかはわからない。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	5. 9	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま。	
2 時間後	5. 3	乳タンパクが固まって、乳酸菌が増えてきた。 	53. 8	わずかにヨーグルト臭。ゆるいヨーグルトドリンクようなとろみ。下に固まりがある。	

3時間後	4.0	乳タンパクが固まってきて、乳酸菌が増えてきた。 	29.6	固まっているがやわらかい。酸味が少なくマイルド。	
4時間後	3.6	乳酸菌が増えてきた。 	26.8	しっかり固まっている。乳清はなし。酸味あり。後味にほのかな酸味。	一番おいしい
5時間後	3.3	乳清が出てきて、さらに乳酸菌が増えてきた。 	25.8	しっかり固まっている。酸味強め。乳清多め。後味酸っぱい。	
6時間後	3.2	乳清が増え、乳酸菌が増えてきた。 	25.6	しっかり固まっている。酸味強め。乳清多め。後味酸っぱい。	
8時間後	2.9	さらに乳酸菌が増えてきた。 	28.3	しっかり固まっている。酸味強め。乳清多め。後味酸っぱい。	
10時間後	2.6	どんどん乳酸菌が増えている。 	33.6	しっかり固まっている。酸味強め。乳清多め。水っぽい。後味酸っぱい。	

## ⑨ 明治プロビオヨーグルト PA-3

商品自体もはじめから乳清が多いが、3時間後からしっかり固まり乳清が多く出る。

酸味が苦手な場合は3時間の発酵で十分だと思う。

早くできる分、発酵時間が長くなると酸味が強くなり食べにくくなるので注意が必要。

	pH	菌数	とろみ	食感	その他
1時間後	5.4	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2時間後	4.8	乳タンパクが固まってきて、乳酸菌が増えてきた。 	47.5	ヨーグルト臭あり。ゆるいドリンクヨーグルトのようなとろみ。酸味はあまり感じない。	
3時間後	3.8	乳清が増え、乳酸菌が増えてきた。 	29.1	しっかり固まっているが、やわらかい。酸味が少なくマイルド。乳清多い。	一番おいしい
4時間後	3.5	乳清が増え、乳酸菌が増えてきた。 	28.1	しっかり固まっている。酸味強い。後味酸っぱい。乳清多め。	
5時間後	3.2	さらに乳酸菌が増えてきた。 	25.6	しっかり固まっている。酸味強い。後味酸っぱい。乳清多め。	
6時間後	3.1	1時間前と同じくらい 	26.5	しっかり固まっている。酸味強い。後味酸っぱい。乳清多め。	

8 時間後	2. 9	少し乳酸菌が増えた。 	27	しっかり固まっている。酸味強い。後味かなり酸っぱい。乳清多め。	
10 時間後	2. 8	少し乳酸菌が増えた。 	26. 1	しっかり固まっている。酸味強い。後味かなり酸っぱい。乳清多め。	

#### ⑩ 明治プロビオヨーグルト LG21

PA-3 同様に乳清が多いが、3時間後には固まってくる。商品の食感に一番近いのは4時間後だが、酸味が強めに感じるので3時間後のやわらかめの食感の方がおいしいように思う。早くできる分、発酵時間が長くなると酸味が強くなり食べにくくなる。

	pH	菌数 菌数	とろみ	食感	その他
1 時間後	5. 9	乳タンパクが多く、乳酸菌はよく見えない。 	なし	ほぼ牛乳のまま	
2 時間後	4. 9	乳タンパクが固まってきて、乳酸菌が増えてきた。 	56	わずかにヨーグルト臭。下にゆるい固まりがあるが、上は牛乳に近い。ゆるめのドリンクヨーグルトのよう。	
3 時間後	4. 6	乳タンパクが固まって、乳酸菌が増えてきた。 	29. 5	やわらかいが固まっている。酸味を感じずマイルドで食べやすい。	一番おいしい
4 時間後	3. 6	乳酸菌が増えてきた。 	27. 1	しっかり固まっている。乳清多め。酸味は強いがさわやかな酸味。商品に一番近い食感。	

5時間後	3.4	さらに乳酸菌が増えてきた。 	26.8	しっかり固まっている。酸味強めで後味は酸っぱい。	
6時間後	3.0	さらに乳酸菌が増えてきた。 	27.8	しっかり固まっている。酸味強めで後味は酸っぱい。	
8時間後	2.9	さらに乳酸菌が増えてきた。 	28.3	しっかり固まっている。酸味強めで後味は酸っぱい。乳清が多い。	
10時間後	2.7	さらに乳酸菌が増えてきた。 	31.1	しっかり固まっている。酸味強めで後味は酸っぱい。乳清が多い。	

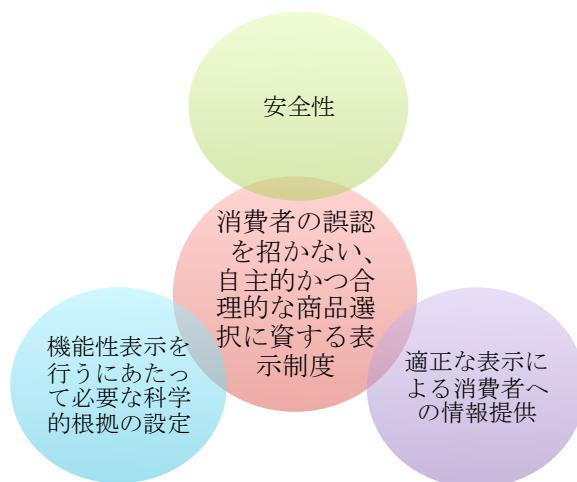
## 考察

### ◎機能性表示食品とは、

事業者の責任で、科学的根拠を元に商品パッケージに機能性を表示するものとして、消費者庁に届けられた食品。

機能性を表示することができる食品は、国が個別に許可した特定保健用食品（トクホ）と国の規格基準に適合した栄養機能食品に限られていたが、平成27年4月に、新しく「機能性表示食品」制度がはじまった。

### [制度の基本的な考え方]



#### 特定保健用食品

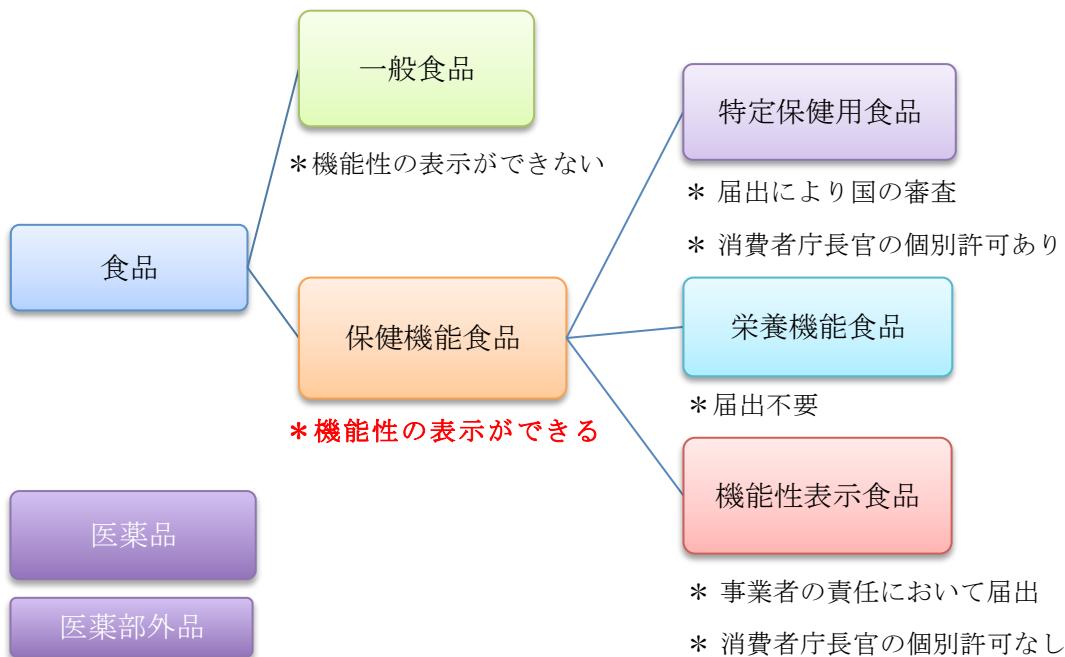
健康の維持増進に役立つことが科学的根拠に基づいて認められ、「コレステロールの吸収を抑える」などの表示が許可されている食品。表示されている効果や安全性については国が審査を行い、食品ごとに消費者庁長官が許可している。

#### 栄養機能食品

一日に必要な栄養成分（ビタミン、ミネラルなど）が不足しがちな場合、その補給・補完のために利用できる食品。すでに科学的根拠が確認された栄養成分を一定の基準量含む食品であれば、特に届出などをしなくても、国が定めた表現によって機能性を表示することができる。

#### 機能性表示食品

事業者の責任において、科学的根拠に基づいた機能性を表示した食品。販売前に安全性及び機能性の根拠に関する情報などが消費者庁長官の個別の許可を受けたものではない。



## ◎ 機能性ヨーグルトと腸内細菌フローラとの関係

消費者庁が定義しているのとは別に、私たちの健康に寄与する機能性食品は、大きく分けて「プロバイオティクス」「プレバイオティクス」「バイオジェニックス」の3つのいずれかから成り立つ。

名称	腸内フローラとの関係	具体的な食品
バイオジェニックス	腸内フローラを介さず身体に直接働きかける。腸内フローラのバランスが正常になるように働きかける。	乳酸菌産生物質 他に、生理活性ペプチド、植物性ポリフェノール、カロチノイド、DHA、ビタミンなど
プロバイオティクス	あくまでも生きた菌として腸内フローラのバランスを改善して体調調節を行う。但し体外より摂取した生きた菌は腸内にて発育・定着することは困難（多種類の菌を大量に毎日摂ることが必要）。	ヨーグルトなどの発酵乳や乳酸菌飲料（生きた菌だけに限定されたもの） 植物由来の乳酸菌（醸造乳酸菌）から作らせたぬか漬け、みそ、キムチ、納豆菌から作られる納豆などの発酵食品、ビフィズス菌、乳酸菌、酪酸菌などの生きた菌を含んだサプリメント
プレバイオティクス	腸内善玉菌の増殖を促し腸内フローラのバランスを整える。	食物繊維やオリゴ糖を含んだ食品 サトウキビ、玉ねぎ、キャベツ、ごぼう、アスパラガス、蜂蜜、バナナ、牛乳、ヨーグルト、ジャガイモ、ブドウ、きなこ、にんにく、とうもろこしなど、オリゴ糖やデキストリンなどのサプリメント

ヨーグルトが食べられるようになった当初は、ヨーグルトの生きた菌が腸まで届いて腸内環境を整える作用（プロバイオティクス）を期待されていたが、最近流行っている「機能性ヨーグルト」の中には、菌が生きて腸まで届くか死んでいるかはあまり重要ではなく、死んだ菌も含めて作り出す物質（代謝産物と菌体成分）である乳酸菌産生物質が、腸内の免疫機能を刺激することで体全体の機能活性を促し、腸内フローラにも良い影響を与えるというバイオジエニックスの考えのもとに作られているものもある。

### 「バイオジエニックス」とは？

東京大学名誉教授の光岡知足先生によって、近年提唱された言葉。

光岡先生の文献による定義では、直接、あるいは腸内フローラを介して「免疫賦活、コレステロール低下作用、血压降下作用、整腸作用、抗腫瘍効果、抗血栓、造血作用などの生体調節・生体防御・疾病予防・回復・老化制御などに働く食品成分」と説明されている。

他にも、ヨーグルトに健康に有益な成分を添加したタイプのヨーグルトがある。

メーカー名	商品名	添加された成分	効能
森永乳業	ラクトフェリンヨーグルト	生乳や母乳に含まれるたんぱく質で、健康を維持する素材として注目されている「ラクトフェリン」を100mg配合	免疫力を高める。ビフィズス菌を増やしあ腹の調子を整える。貧血の改善。
森永乳業	トリプルアタックヨーグルト	ペプチド(MKP)、難消化性デキストリン、ミルクオリゴ糖を配合	塩・糖・脂の食事が多い現代人。低塩・糖質40%オフ・脂肪0のヨーグルトで毎日の健康をサポートします！

## ◎機能性ヨーグルトの種類と効能、選び方

店頭に並んでいる主な機能性ヨーグルトの商品名と使用乳酸菌名、効果・効能について調べた。

特定保健用食品（トクホ）に申請するには、莫大なお金と時間がかかるそうだ。動物や人への実験が必要な上に、トクホを取得し同じ乳酸菌を使っていても新商品を出す時にパッケージが違うともう一度最初から書類作成し再申請が必要というような多くの手間がコストを引き上げているらしい。

### 特定保健用食品（トクホ）に認定されているヨーグルト

メーカー名	商品名	乳酸菌名	効能	選ぶ目的
明治	明治ブルガリア ヨーグルト LB81 プレーン	LB81（ブルガリア菌 2038 株、サーモフィ ラス菌 1131 株）	腸内環境を整える。	整腸
森永	森永ビヒダスプ レーンヨーグル ト	ビフィズス菌 BB536	生きて腸まで届く。 0-157 感染予防 インフルエンザ予防	整腸 感染予防
雪印メグミ ルク	ナチュレ 恵 megumi プレーン ヨーグルト	ガゼリ菌 SP 株 ビフィズス菌 SP 株	腸内環境を整える。	整腸
雪印メグミ ルク	恵 megumi ガゼリ 菌 SP 株ヨーグル ト	ガゼリ菌 SP 株 (SBT2055)	脂肪の吸収を押さえ 内臓脂肪を減らすの を助ける。	内臓脂肪減少
ヤクルト	ソフール	シロタ株 (L. カゼイ YIT9029)	生きたまま腸に届き 腸内の悪玉菌を減ら し、善玉菌を増やす。	整腸
小岩井乳業	小岩井 生乳 100%ヨーグ ルト	BB-12 アシドフィリス菌 サーモフィラス菌	胃酸に強い。消化管 に付着しやすい。免 疫力向上。	整腸
タカナシ乳 業	おなかへ GG!	LGG 乳酸菌	整腸、感染防御、ア レルギー制御作用	整腸 感染予防 アレルギー

どのメーカーも代表的なヨーグルトだけをトクホに申請し許可を得ているようだ。まだ研究途中なのか？申請が大変だからなのか？主な理由はわからなかった。

一方でヤクルトは、ほとんどの商品がトクホの商品だった。

またトクホ申請が許可され今年の春から急に「トクホ」と宣伝し始めた商品（雪印メグミルクの恵 megumi ガゼリ菌 SP 株ヨーグルト）もあったことから、各メーカーも申請予定もしくは申請中なのかもしれない。

## 機能性表示食品に認定されているヨーグルト

メーカー名	商品名	乳酸菌名	効能	選ぶ目的
森永乳業	ビヒダスのむヨーグルト	ビフィズス菌 BB536	ニッポンの腸内フローラにビフィズス菌、整腸作用	整腸
雪印メグミルク	恵 megumi ガセリ菌 SP 株ヨーグルト ドリンクタイプ 100g	ガセリ菌 SP 株	内臓脂肪を減らす 内臓脂肪の抑制	内臓脂肪抑制
ダノン	ダノンビオ	ビフィズス菌 BE80	高生存ビフィズス菌 生きて腸まで届く 腸内環境を整える・便通改善	整腸
グリコ	Bifix ヨーグルト	ビフィズス菌 GCL2505	整腸作用・便通改善	整腸

各社、大々的に広告をしている売れ筋商品に機能性表示の許可をもらっている。

固形のプレーンヨーグルトにはトクホ申請し、ドリンクタイプのヨーグルトには機能性表示のみのところもあった。パッケージや容器の形が変わりがちなドリンクタイプのヨーグルトは「トクホ」を申請するのが大変なのかもしれない。

## その他的一般食品として売られている機能性ヨーグルト

メーカー名	商品名	乳酸菌名	効能	選ぶ目的
明治	明治 プロビオヨーグルト R-1	R-1 乳酸菌	強さひきだす乳酸菌 免疫力を高める インフルエンザ・風邪	感染予防 免疫力強化
明治	明治 プロビオヨーグルト PA-3	ガセリ菌 PA-3	プリン体と戦う乳酸菌 プリン体に働く 痛風	痛風などの 原因となる プリン体を 減らす？
明治	明治 プロビオヨーグルト LG21	ガセリ菌 LG21	リスクと戦う乳酸菌 ピロリ菌を抑制する	ピロリ菌を 減らす。 胃炎予防

特定保健用食品や機能性表示食品ではないがプロバイオティクス（健康によい影響を与える微生物）やバイオジェニックス（乳酸菌産生物質）を利用し一般食品として売られているヨーグルト。

商品棚の中に一番多く置かれており、人気がある明治のプロビオシリーズのヨーグルトが一般食品だということに初めて気付き驚いた。実際に販売数は1番多いシリーズらしい。

## ◎ヨーグルトの歴史

紀元前5000年頃、牛やヤギが家畜化されたころに偶然できたヨーグルトは牛乳そのものよりも日持ちがいいことから広まっていき、近年になりフランスの科学者パスツールの研究により乳酸菌などの微生物の生態が少しずつ明らかになり、また生物学者メチニコフがヨーグルトを常食している東欧の村に長寿が多いことに着目し、乳酸菌から作られるヨーグルトの健康効果を科学的に究明したところから「ヨーグルトは健康によい」ということが浸透していったそうだ。

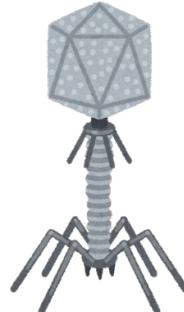
日本では飛鳥時代に、朝鮮半島から仏教とともに伝えられ「酪（らく）」「酥（そ）」「醍醐（だいご）」といった乳製品が作られた。こうした乳製品は程なく途絶え、その後明治中期に「凝乳（ぎょうにゅう）」の名でヨーグルトが登場し、整腸作用に注目され広く親しまれるようになったのは昭和の後半だそうだ。

その後各メーカーが研究を重ね、今では数えきれない程の種類のヨーグルトが売られている。

## ◎自家製ヨーグルトが急にできなくなる理由について

今回の実験では自家製ヨーグルトができなくなることはなかったが、同じ種菌を植え継いで作っていると全くヨーグルトができなくなるときがあるらしい。このような現象はなぜ起きるのかを調べたところ、細菌に感染するウイルス（バクテリオファージ）に部屋や器具、植え継いだ種菌が汚染されることによって起こるらしい。

ヨーグルト工場でも、同じスター（種菌）をずっと使用していると工場全体にファージが増殖し、発酵不良となることがあるそうだ。対策としてはスター乳酸菌を定期的に変えることが必要で、乳酸菌メーカーはファージ対策のために同じ機能を持つ乳酸菌株をたくさん持っており、スターを入れ替えながらヨーグルトを製造しているそうだ。



バクテリオファージ

## ◎まとめ

同じように陳列棚に並んでいる「機能性ヨーグルト」の中には、大金と時間をかけて申請し消費者庁の許可を得た『特定保健用食品』や、メーカーの研究の成果を事業者の責任として表示を許された『機能性表示食品』、特に申請せず商品表示が制限されているけれども一番売れている『一般食品』などがあることがわかった。

また、一番卖れているのが「一般食品」ということからわかるように、消費者はたくさんあるヨーグルトの中から購入するヨーグルトを選ぶのに、「トクホ」だからとか「機能性表示食品」だからと言った情報から選んでいるのではなく、広告や宣伝からのイメージやパッケージ上の表示などを参考に購入していることが推察される。

自分の体調から必要な機能を持つであろうヨーグルトを、パッケージに書いてある表示を参考にして選び購入し、食べてみて口に合うようなら続けて購入する。実感・効果が現れるには数週間から数ヶ月かかるが「健康に良いであろう」という期待もこめて食べ続けていると思われる。

自家製ヨーグルトは、それぞれの種菌ヨーグルトに合わせた作製法で作れば同じようなヨーグルトを作ることができることがわかった。しかし、それぞれの商品が持つ機能までも同じかどうかはわからなかつた。

「有効機能をもつ乳酸菌株が正しくおなじ数だけ増えているか?」「雑菌も含めた違う菌が繁殖していないか?」「機能を持つ乳酸菌が有効成分を同じだけ産生しているか?」はさらに詳しい分析をしないとわからないと思われる。

例えば、明治のホームページ上のQ&Aに、R-1ヨーグルトを種菌にして自家製ヨーグルトは作れるか?の質問に対し、

プロビオヨーグルトR-1を種菌にしてヨーグルトを作ることはできます。

ただし、プロビオヨーグルトR-1の特徴である1073R-1乳酸菌が作り出すEPS(多糖体)の量は、原材料や発酵条件等により異なります。

一般家庭ではこの商品と同等量のEPS(多糖体)を作り出すことができないと考えられます。

そのため、当社で生産しているプロビオヨーグルトR-1をお召し上がりいただくことをおすすめします。

と書いてあるように、有効成分の量が同じかどうかが重要のようだ。

機能性ヨーグルトと同じような味や見た目の自家製ヨーグルトは作成できるが、何度も植え継ぎをしていくと菌の種類が変わったり、有効成分を産生しなくなる可能性もあるので注意が必要である。

「1～2回植え継ぎをしたら、また新たに商品を購入し種菌として使う。」「同じ作り方をして、同じような味や性状のものが作れなくなったら、雑菌やウイルスの混入を考え、植え継ぎをやめる。」「器具の滅菌を完全にする。」などのことに気を付けるべきだと思う。

今回の実験によって、いろいろな機能性ヨーグルトを種菌にした自家製ヨーグルトは作成可能であるが、商品と全く同じ機能を持ったヨーグルトができているかは判別が難しいことがわかつた。付加価値をもった機能性ヨーグルトは有効成分の量が決め手なので、種菌の植え継ぎは2～3回にとどめ「機能を引き継いでいると期待する自家製ヨーグルト」を楽しむつもりで作成し、継続して食べていくことが重要であることがわかつた。

これからは商品をリスペクトしつつ自家製ヨーグルトを作って食べ続けようと思う。

## 参考にしたもの

インターネット；

明治ヨーグルトライブラリー

消費者庁「機能性表示食品」って何？

Kagaku to Seibutsu 53(10) : 709-714 (2015) 免疫調節多糖体を產生する乳酸菌を活用した機能性ヨーグルトの開発

雪印メグミルク 知る・楽しむ広場 ミルクアカデミー ヨーグルト研究室

森永乳業 学ぶ・体験する「乳」の知識

ダノンのヨーグルト

グリコ BiFix ヨーグルト

ヤクルト中央研究所 菌の図鑑

アサヒグループホールディングス 微生物と発酵のチカラを学ぶ研究情報誌「Kin's」

光英科学研究所 乳酸菌産生物質とは

ヨーグルトメーカーの使い方と注意点を食品研究者が解説してみるーいただきライフ！

ヨーグルトメーカーTANAKA ホームページより「発酵食品試作報告書」

## 謝辞

情報収集にあたって、微生物と発酵のチカラを学ぶ研究情報誌「Kin's」をご送付下さいましたアサヒグループホールディングスの広報部、またヨーグルト売り場の撮影にご協力いただいたスーパー「ライフ北白川店」に感謝いたします。