

## 食品の膨張と微生物

### はじめに

好き嫌いはさて置き、基本的に食品は人の生命源であり、健康の維持や増進に欠くことのできない大切なものです。従って、食品は安全で衛生的な状態で供給されることが原則とされます。ところが、時として食品は、製造、流通、販売等の不備により予期せぬ腐敗、変敗を生じたり、場合によっては、人の健康を害する食中毒などを引き起こします。食品の異常は様々な変化を引き起こしますが、視覚で認識できる外観的な変化（膨張、変色、変形）を生じることがあります。今回は食品の異常のうち、膨張 - 特に微生物に起因する場合 - について述べてみたいと思います。

### 微生物の代謝

微生物も我々人間と同様、生命維持のために食品（有機物、無機物）を摂取します。摂取された食品は消化、吸収（酸化）されてエネルギーに変換（代謝）されます。このエネルギー獲得過程において不要となった物質は体外に排泄されます（代謝産物の生成）が、排泄物（代謝産物）は様々で、気体（ガス）である場合もあります。密閉容器内の食品中で微生物が食事をし、ガスを排泄した場合には当然、その食品（容器）は膨張することとなります。

一般に、微生物のエネルギーの獲得過程には、主に次の3形式が知られています。

- 1) 発酵：有機物を有機物又は無機物で酸化してエネルギーを獲得する過程  
（ $O_2$ を利用できない環境下で行われるエネルギー獲得過程）
- 2) 呼吸：有機物又は無機物を $O_2$ で酸化してエネルギーを獲得する過程  
（ $O_2$ を利用できる環境下で行われるエネルギー獲得過程）
- 3) 光合成：光のエネルギーを生物エネルギーに変換する過程

このうち、包装された食品中で微生物が行うエネルギー獲得形式は、発酵による場合が多いようです。

発酵（fermentation）とは、もともと「発泡」に由来する言葉であり、昔は発酵といえば、盛んに泡（ガス）が出る現象を意味していました。この現象を上手に利用して製造される食品もあり、例えば、パンの独特の食感、パン酵母が産生するガスによりパン生地がスポンジ状になるためです。このような微生物の発酵のうち、ガス産生に関与する主な形式（ブドウ糖などの炭水化物を無酸素状態で分解し、エネルギーを獲得する形式）を表1に示しました。

表1 主な微生物の代謝

発酵形式	主な微生物	主な代謝産物
アルコール発酵	酵母	エタノール, $CO_2$
乳酸発酵（ヘテロ）	乳酸菌	乳酸, 酢酸, エタノール, $CO_2$
酪酸発酵	嫌気性菌	酪酸, 酢酸, $CO_2$ , $H_2$
アセトン・ブタノール発酵	嫌気性菌	アセトン, ブタノール, $CO_2$ , $H_2$
混合有機酸発酵	多くの腸内細菌	乳酸, 酢酸, ギ酸, コハク酸, エタノール, $CO_2$ , $H_2$

## 膨張原因の究明（検査手順）

何故，食品（容器）が膨張してしまったのか？ - その原因を究明するための検査手順の一例を以下に示します。

### 1) ガス組成の測定

まず，膨張した食品（容器）内の気体について，ガス組成をガスクロマトグラフ法により測定します。空気のガス組成（窒素 78%，酸素 21%，アルゴン 0.9%，二酸化炭素 0.03%）に比べて二酸化炭素や水素が優勢に検出された場合には，微生物が関与している可能性が考えられます。なお，微生物以外の化学的要因などによりガスが発生する場合（酸性食品の缶詰内の水素発生事例など）もありますのでこれらも考慮して検査を進めなければなりません。

### 2) 食品の観察

微生物により膨張した食品の多くは，異臭（腐敗臭）を発したり，直接，顕微鏡で観察すると微生物菌体を認めることができます。

### 3) 食品中に介在する微生物の検索

一言で微生物と言っても，その種類は数万種に及ぶため，微生物をいくつかのグループ（微生物群）に区分けし，選択性培地を用いて各グループが食品中にどのくらい存在しているのかを測定します（表 2）。

表 2 食品中の介在微生物の一例

グループ	生菌数（ / g ）
好気性菌	< 100
腸内細菌	< 100
乳酸菌	2,500,000
カビ	< 100
酵母	14,000,000

### 4) ガス産生能の確認

表 2 の例では，食品中に優勢に介在する微生物群は乳酸菌と酵母となります。そこで，この 2 種のグループについて炭水化物（ブドウ糖）からのガスの産生能を試験します。また，必要に応じ，膨張品からの分離菌を正常品に接種し膨張の有無を観察します（再現性試験）。その結果，酵母にガスの産生能が認められた場合には，食品（容器）の膨張は，食品中で酵母が増殖をして，ガスを産生したためと判断されます。

## おわりに

時として，食品は微生物の増殖により膨張を呈します。このような場合，まず，どんな微生物に起因しているのかをしっかりと把握しておくことが重要となります。膨張原因菌（敵）を十分に把握することができれば，敵がどこから侵入（汚染源の把握）してくるのか，どの様にしたら撃退（微生物制御）できるのかを調査，検討することができるのです。

- 敵を知り，己を知る - 食品衛生においても例外ではありません。