

## 第1章

---

# 飲料容器の 知られざる世界

# 1 飲料容器の元となった発明

## — 19世紀のルイ・パスツールの白鳥フラスコ —

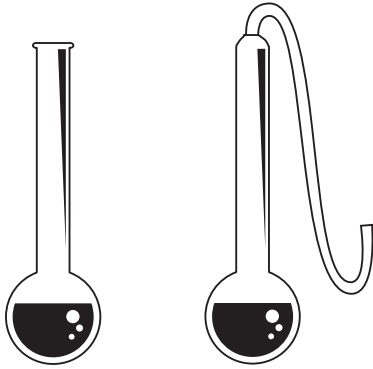
まず最初に、本書で扱う飲料容器は、びんの王冠や缶の蓋、紙容器の密封部、ペットボトルのキャップなどの密封部分を開封すれば直ちに飲用できる製品に使用されている容器を扱います。生ビール用ステンレス樽はその注ぎ出し用のバルブ（スピバルブ）の構造が、他の容器を考える上においてたいへん参考になりますので例外的に含めるとし、サーバー用の水に用いられるバグインボックス（Bag In Box）は対象外とします。

飲料容器については次の4つから中味（本書では液体飲料のみを対象とするため、「中味」と表現します）を防御する機能が要求されます。①物理的要因…破損、変形、熱、加湿、異臭、②化学的要因…酸化、紫外線による劣化、酸やアルカリ、③人為的要因…悪戯、④生物的要因…微生物による腐敗、虫など。食品や飲

料の容器は土器など、古代から人間の生活必需品として文化の発展とともに発達してきました。固形の食品では、保存容器としてはさほど厳密な密封性がいない場合も多いですが、液体飲料容器の場合、持ち運びも考えれば、中途半端な密封では使いものにならず、それなりに強固な密封性が要求されました。そのため、ガラスびんとコルク栓の発明によって液体密封容器が世間に広まったのは、やっと1650年頃のことでした。

ヨーロッパでは自分の家で育てたブドウで作ったワインを近所や親戚の家に運んで、そこで飲むことも可能になりました。しかし、ガラスびんとコルク栓の組合せで密封性が維持できるようになっても、保存中の微生物による変敗での品質劣化は原因不明の現象として長く人々を悩ませたものでした。当時は、ワインの

パスツールの実験



上澄み液をびんにつめ、保存しました。その温度にもよりますが、長い期間の保存は難しく、充填後、次第に「おりもの」が発生して飲用できなくなることも多く発生していました。こういった現象はワインだけではなく、日本においては日本酒にも見られました。いわゆる「火落ち菌」による日本酒の腐敗です。今ではこの原因は微生物によるもので、乳酸菌の一種であると説明されています。

一口メモ

現在、飲料工場では糖の濃度測定に頻りに使用されているブリックス糖度計。その元となる光学異性体による偏光現象の最初の発見者は、実はルイ・パスツールです。パスツールさんに感謝！

このように先に説明した4つの要因のうち、一番最後までその問題解決ができなかったのが④生物的要因です。というのも19世紀以前は生命自然発生説といった説があり、物や食品にはもともとその中で生命が自然発生的に生じて腐敗に至ると考えられていました。この問題の解決に取り組んだのがフランスの科学者ルイ・パスツール（1822-1910）でした。彼は図のような形をしたガラス製のフラスコ、いわゆる白鳥フラスコ（パスツールコルベン）を考案し、これを用いて通常のフラスコと比較実験を行いました。彼は全長の比較的長い丸底フラスコに肉汁を入れ、その後、ガラス細工を行うときのようにフラスコの先端部をバー

ナーであぶりながら伸ばしていき、右図のような形のフラスコを作りました。他方、通常の丸底フラスコにも同様に肉汁を入れ、両方のフラスコ内の肉汁を煮沸しました。それぞれ放冷後数日、この両方のフラスコを観察した結果、通常の丸底フラスコ（左）では3日後に肉汁が濁って嫌な臭いを放つたのに対し、白鳥フラスコ（右）ではそのようなことはおこりませんでした。

この現象は今では次のように解釈されています。空气中に存在する微生物が白鳥フラスコの先端の入り口から空気の流れにのって、肉汁方向に向かっていく途中、S字カーブを通り抜けていく間に管の内壁に付着してしまい、最後の肉汁まで到達できないため肉汁は腐敗しないと。つまり、私たちの身の回りには微生物がいたるところに存在するが、密封された容器の中の食品や飲料は、熱などによる殺菌処理を一度行えば、腐敗することがないという、いわゆる非生命自然発生説を証明することになったのです。もちろん、後の章で述べますが、地球上に存在する微生物のうち、100℃で死なない微生物は多数存在し、ルイ・パス

ツールの実験で行った煮沸による殺菌では不十分な部分もありますが、当時の実験としては十分有効でした。密封された容器の中にある食品や飲料を一度、熱などにより完全に殺菌を行い、外気などの混入（いわゆるコンタミネーション、略してコンタミ）を遮断すれば腐敗することがないということを証明したのです。このパスツールの非生命自然発生説は、その後の科学の進歩や食品と飲料の殺菌技術、保存技術の進歩に大きな貢献をしました。今でも、ガラスびんや缶につめたビールを60℃以上上げて殺菌する処理をパスツール処理と呼び、その設備をバスターライザーと呼んでいます。

### 一口メモ

日本酒に入り込むと濁りを生じ、酸化させ、また臭みを帯びさせる火落ち菌。乳酸菌の一種で、コウジカビが生成するメバロン酸（通称「火落ち酸」）が大好きのようにす。

## 2

## 中味pHで大きく違う殺菌条件

—100°Cでも死なないボツリヌス菌—

開封すれば直ちに飲用できる飲料は充填前は常に、当然ながら充填後も常に腐敗の危機にさらされています。それでは一体、どういった条件があると腐敗しやすいのでしょうか？ 皆さん直ぐに想定できると思いますが、冷蔵庫の中で一度開封したら腐敗しやすいものとして牛乳や果汁の入った飲料が思いつくことでしょう。一方、ミネラルウォーターや無糖茶などは腐敗しにくいものと。実は腐敗のしやすさは次の因子によつておおよそわかります。①水分活性、②栄養分、③温度、④pH、⑤炭酸の有無、⑥カテキンなどの抗菌成分の有無などです。これらの条件を勘案して、食品衛生法では熱による殺菌条件が細かく定められています。1つずつ説明していきます。

まずは①水分活性AW (Water Activity)：これは食品中の自由水と呼ばれる水の割合を示す指標であり、

自由水はその食品中を自由に移動できる水のことです。自由に移動できるため、食品や飲料が一度、開封された状態では蒸発したりもするし、バクテリアや酵母などが存在するとこれら微生物によつて自由水は取り込まれ、増殖して腐敗に至ります。イカの塩漬けやジャムが腐敗しにくいのは高濃度の塩分や糖分のため、自由水の割合が少なく、AW値が低い(0.7〜0.8)ためです。しかし、通常の飲料の場合、AW値は1.0であり、腐敗を抑制する効果は期待できません。②栄養分：糖分やたんぱく質などの多い飲料が最も腐敗しやすいです。③温度：一般に微生物は、栄養細胞と呼ばれる普通に細胞として存在している状態では、その菌固有の死滅温度があり、D値とZ値という値があります。

④pH：飲料製造時に最も重要な指標になります。pH

4・6が1つの大きな境目になっています。これは指標菌であるクロストリディウム・ボツリナム菌（ボツリヌス菌）という、土壌由来のバクテリアで偏性嫌気性菌といって酸素の無い環境で増殖する微生物の存在がその理由です。pH 4・6よりも低い酸性領域ではボツリヌス菌は増殖できません。しかし、この菌の最も恐ろしい性質は毒素を産生することです（ボツリヌストキシン）。この毒素は地球上で最も毒性が高い毒素の1つといわれており、致死量は体重70kgに対してわずか0.7〜0.9μgです。過去にもこの毒素が生じた食品を食べて死亡に至った悲しい事件の例があります。もう1つこの菌の厄介な性質として、周りの環境が悪いときや自身の菌体が高い温度にさらされたときに、芽胞を形成することがあります。芽胞は自身の細胞の外側に硬くて断熱性の高い殻を形成し、中の菌体を熱や酸から守る働きをします。これを芽胞形成能と呼び、熱に強いといわれる菌（耐熱性菌）の多くが芽胞形成能を持っているといわれています。

ではボツリヌス菌はどのくらいの温度にまで耐えることができるのでしょうか。芽胞の状態では、なんと

### 清涼飲料水の製造（殺菌）基準

製造基準		保存基準	
殺菌を要しないもの	二酸化炭素圧力が 20℃ 1.0kgf/cm <sup>2</sup> 以上で、植物又は動物の組織成分を含まないもの	なし	
殺菌を要するもの	pH4.0 未満	中心温度を 65℃で 10分間、又は同等以上	なし
	pH4.0 ~ 4.6 未満	中心温度を 85℃で 30分間、又は同等以上	
	pH4.6 以上で水分活性が 0.94 を超えるもの	中心温度を 85℃で 30分間、又は同等以上 120℃、4 分間、又は同等以上 発育しうる微生物を死滅させるのに十分な効力を有する方法	10℃以下  なし

出所：食品衛生法 厚生省告示第213号（1986年）