

### 「ビールの泡について」

#### 1. 泡の発生について

ビールびんの栓を抜き、ビールをグラスに注ぐと泡が発生します。この状態を炭酸ガスの面から見ると、次の様な変化がおきるようになります。

栓を抜く前：(例) 約5℃で2.74VOLの炭酸ガスが溶解していた（この状態で平衡）。

グラスに注ぐ：ビールが大気圧下（圧力計では0Kg/cm<sup>2</sup>）に置かれ、空気を巻き込む。

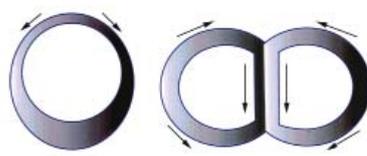
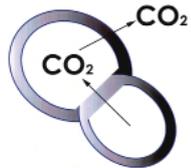
その結果、炭酸ガスの非平衡（大気圧下としてはビール液中に過剰の炭酸ガスが溶けている）が発生し、泡を発生させることにより平衡状態へと進行します。

大気圧でのビールの炭酸ガス溶解量は、大気が仮に炭酸ガス100%で構成されているとすると、5℃で約1.42VOL溶解しますが、大気中の炭酸ガスは容積でわずか0.03%（窒素78%、酸素21%、他）のため、実際の炭酸ガスは1.42 × 0.0003 気圧（炭酸ガスの分圧）= 0.0004VOLしか溶解しないことになります。従って2.74 - 0.0004 = 2.74VOLの炭酸ガスが過剰となり、グラスに注ぐときに巻き込む空気の小さな泡などを「種」に炭酸ガスの泡が成長、発生することになります。（なお、ビール中の炭酸ガスは液中に重炭酸H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>として存在するとされています。）

(注)「2.74VOL」とは「1リットルのビール液中に2.74リットルの炭酸ガス（0℃1気圧）が溶けている状態」をさします。

#### 2. 泡の成長、破裂、安定化について

泡はビール中より次から次へと発生してきますが、逆に空気に接している大きな泡は次から次へと消えていきます。この状況は以下のように考えられています。

<p>①泡表面の液の流下による泡の破裂</p> <p>図に示すように炭酸ガスを包む膜の液は重力により下方にたれてくる。その結果上部の液膜は薄くなり破れて消える。 また、泡が集合している場合は、液が泡同士の接合部の方に流れ、非接合部（大気と接している部分）液膜は薄くなり破裂する。</p>	
<p>②泡中ガスの大気中や泡間の移動に伴う泡の縮小</p> <p>泡中のガスは非常に濃度の高い炭酸ガスで構成されている。一方大気には炭酸ガスがほとんどなくかつ液膜は炭酸ガスをよく通す。それ故泡内の炭酸ガスは一方的に大気中に拡散し、泡はどんどん小さくなって最後には無なる。また、泡が接している場合、泡内のガス圧は気泡径が小さいほど大きいので、径の小さい泡内ガスが大きい方に移り続け小さい泡は潰れ、大きい泡は破裂する。</p>	

どんな泡も上記の経緯をたどり最後は消えていきます。しかし形状が細かい多層の泡がビール液面を覆った状態は安定しており、液中からの泡の発生も若干押さえられビールとして望ましい状態といえます。

#### 3. 泡持ちに影響するビール成分について

ビールの泡は他の炭酸飲料の泡と比べると非常に安定しています。泡が長く消えずに残る状況を「泡持ちがよい」と表現していますが、これは主としてビール成分中の泡タンパクによるものとされています。

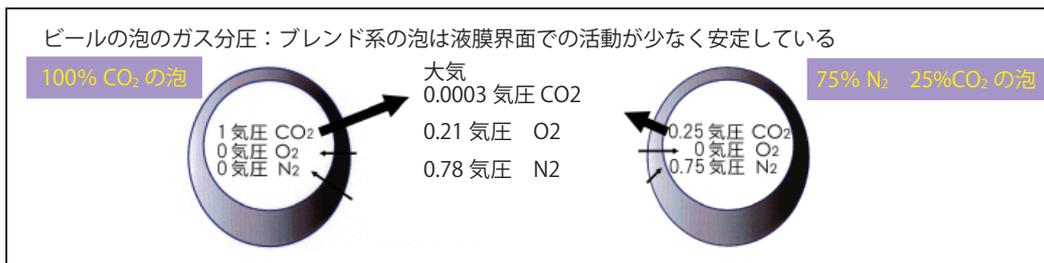
泡内面の気・液界面には泡タンパクの疎水部分を、また泡膜液中には親水部分を出して、泡の壁を形成し、安定化させているとされています。泡持ちを良くする他の成分としてはホップ由来苦味成分とか、α-グルカン等が、また逆に泡持ちを悪くする成分としては脂質とか低分子窒素化合物などが報告されています。

#### 4. 窒素ガスブレンド系の泡について

きめ細かく長持ちのする泡の層を発生させる手段の一つとして窒素ガスブレンド（混合）の泡があります。

窒素ガスは炭酸ガスと比べるとビールに非常に溶けにくい（溶解度1/60～1/70）のですが若干量を溶かすことで泡の物性はドラマティックに変化します。具体的には安定した泡を作るための窒素ガスの溶解量は10～30PPM程度であると報告されています。（ガスボリュームに換算すると10 × 22.4 × 10<sup>-3</sup> / 28 ～ 30 × 22.4 × 10<sup>-3</sup> / 28 = 0.008 ～ 0.024VOL）。また、泡中の分圧として窒素ガス75%、炭酸ガス25%程度のブレンド比率はクリーミーな泡を作る一つの理想的な配合といわれています。

ブレンド系の泡のガス成分は炭酸ガスだけの泡と異なり、泡液膜を通じたガスの動きが大きく異なってきます。以下にその概念図を示しました。



図右のブレンド系では炭酸ガスの分圧が小さいため、液膜を通しての外気へのガス散逸による縮小とか泡同士のガスの交換による肥大破裂または縮小という活動が遅延され、結果として泡が安定することとなります。極端な場合として、泡内炭酸ガスがすべて大気中に散逸し、泡液膜の溶解、透過が非常に遅い窒素ガスのみが泡内に残ったとすると、この泡は長時間非常に安定したものとなります。窒素ブレンド系については、泡の形成以外にフレーバーの安定化とかガス代のコストダウン、泡の安定によりグラスに注ぐ時のビールロスが減るなどのメリットもあるといわれているので今後とも注目される部分であると思います。