

前回に引き続き、2月に広島酒類総合研究所の講座で使用したスライドのダイジェスト版で、ビールのびん詰め・缶詰技術の要点を紹介します。

8.ビール充填機の基本と充填工程の実態

16

- ビール充填機に求められる機能:
  1. 高度なサニタリー仕様
  2. 泡のコントロール機能、ガスが抜けにくい機能  
→ カウンタプレッシャ充填
  3. エアが混入しない設計  
→ プリエヴァアノズルの長さ
- ビールに求められる要件:
  1. ワイルドでないこと(一脱炭)
  2. 温度が0~3℃程度であること
  3. 適切な炭酸ガスヴォリューム

めができません。スライド下半分の「ビールに求められること」について：最近では常温でも充填可能なことをセールスポイントにする充填機もありますが、品質のためにも低温充填が基本でしょう。炭酸ガスヴォリュームに関する注意は、主に小規模醸造所を念頭に書いたことで、実際のところパッチ毎にガスヴォリューム値のバラツキが非常に大きい醸造所があり、それがスムーズなびん詰め作業を阻害しているケースがよくあります。タンクの状態で炭酸ガス含有量を測定し管理する事が必要です。

8.8充填バルブの構造例と工程のイラスト

17

■ (図18.3) ショートチューブ:

(U.C.Davis はビールやワインのコースがあるカリフォルニアの名門校) アメリカの大学は実務とアカデミックさがほどよくミックスされた教え方をするなあと、感心します。

専門的になりますが、その基本機構とは「リターンガスチャンネルに1つ、充填チャンネルに1つ、のスプリングがあること」で、充填時には2つのスプリングとも浮いた状態になっています。破壊の時にはビール液、リターンガス(フィルターボール内のガス)とも一気に吹き出ようとなりますが、スプリングがステムをシールに押し付けてこれを防ぎます。この基本機構が一番近いのがこのスライドのシステムです。(すいません、図が小さすぎてよく見えませんが)

ただ、自動車にハイブリッドカーや燃料電池が登場しているように、メカニカルバルブとはまったく異なる、たとえば電磁流量計方式なども出現しているのも事実ですが。

8.2場内での酸化防止設計:プリエヴァキューエーションやプレバージ

18

■ プレチャージではびん内の40-70%程度が炭酸ガスに置換されることが期待され、シングル(一回)のプリエヴァキューエーションでは70-80%、Wプリエヴァキューエーションでは90-95%(能力の高いものでは99%程度)まで置換できる。

(スライド 18) さて、いくらカウンタプレッシャ充填を行っても、それだけでは充填時のビールへの酸素の混入を防止できません。充填時の酸化防止機能には一般的に二つのやり方が利用されます。

**プリエヴァキューエーション**：びん詰め前にびん口を密封した状態でびん内のエアをヴァキュームポンプで吸いだし、その後炭酸ガスをチャージする方法。Wプリエヴァキューエーションとはそれを2回繰り返してより高度な炭酸ガス雰囲気とすること。実務のポイントとしては、2回繰り返したから置換率が高まるわけではなく、接続されているヴァキュームポンプの能力に大きく依存することを忘れてはいけません。

**プレバージ**(または、プレチャージ)：CO2ガスをびん内にいれてビール充填時にできるだけ炭酸ガス雰囲気にしておくこと。びん口を開放した状態でやる場合が多いので、置換率はプリエヴァに比べると劣ります。

8.3ショートチューブとロングチューブ

19

ショートチューブ	プリエヴァキューエーションなし	0.20ppm
ショートチューブ	シングル・プリエヴァキューエーション	0.30ppm程度
ロングチューブ	プリエヴァキューエーションなし	0.50ppm程度
ロングチューブ	プリエヴァキューエーションなし・プレバージあり	0.20~0.30ppm程度
ショートチューブ	Wプリエヴァキューエーション	0.20ppm以下が理想
ショートチューブ	Wプリエヴァキューエーション	0.20ppm以下が理想
ロングチューブ	シングル・プリエヴァキューエーション	0.20ppm以下が理想

(スライド 19) 充填ノズルの構造には、「ショートチューブ」と「ロングチューブ」があります。(英語やドイツ語では「without tube/füllrohrlose(チューブなし)」と「tube/füllrohrende(チューブ付き)」としている文献も多く、誤解をまねき易い。) ショートチューブは機械的移動量(上下移動)が少ないので高速機に向くけれども、膜状に落とすので酸素がびん内に少量でもあれば酸化リスクはきわめて大きい。一方、ロングチューブはびん底から静かに充填するので液面最上部しかびん内エアに接しないので酸化リスクは低い、移動量が多いので高速機には不向きといえます。

スライドの数字はそれぞれのケースのHA(ヘッドスペースエア)量で、当社の経験から記載した目安の数字。実際は充填機メーカーや構造、ヴァキュームポンプの能力などによって異なりますが、特性の差を知ってもらうためにあえて書いてみたもの。ロングチューブはプリエヴァ1回でも「Wプリエヴァ・ショートチューブ」と同等のエア量を達成できることがわかります。

また、ドイツの文献にこんな実験結果が載っていました。(1)『ロングチューブ(チューブ位置は底から25mm)・プリエヴァ「なし」・カウンタプレッシャあり』の場合、酸素増加量は+0.15~0.20ppm (2)『ショートチューブ・プリエヴァ「なし」・カウンタプレッシャあり』の場合、酸素増加量は+0.5~0.7ppm (3)『ショートチューブ・プリエヴァあり・カウンタプレッシャあり』の場合、酸素増加量は+0.2~0.25ppm。これもロングチューブが有利であることを示しています。

アジテーション(ビールの流れの乱れ)による泡立ち防止の点でもロングチューブは有利。中~小規模醸造所の充填機としては、基本的にロングチューブを薦めます。日本の大手ビールメーカーではショートチューブしか使っていないと思いますが、アメリカではたとえばクアーズのような大手でも100ヘッド以上あるロングチューブ充填機を使っている事例があります。

8.8充填バルブの構造例と工程のイラスト

20

■ (図18.1) ロングチューブ・プリエバタイプ:

(スライド 20) 今までのことを総合すると、「カウンタプレッシャ」+「プリエヴァ」+「ロングチューブ」が中・小規模醸造所でのひとつのソリューションであることがわかります。スライドはこの工程を示すもので、日本の地ビール醸造所で多く採用されているパターンです。左から順に「全体図」、「プ



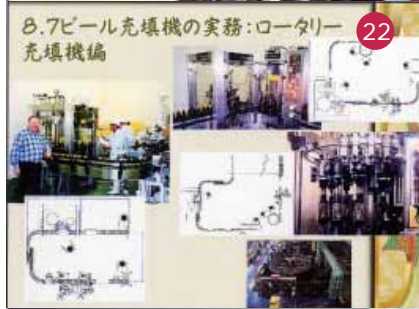
リエヴァキューエーション」、「CO2 ガス加圧」、「リターンガスチューブフラッシュ」、「カウンタプレッシャ」、「充填」、「充填バルブ閉鎖」、「スニフト (Snifting)」となります。(注：スニフト：充填終了後、普通にノズルを離すと泡を吹いてしまうので、まず小さく小さいラインでびん内圧を抜いて「スニフト」と称する)、さらに数秒の時間を保持してからノズルを離す。) 既述のとおりロングチューブの場合リエヴァ 1 回でもショートチューブの W プリエヴァと同等の効果があるので、このスライドの例はリエヴァ 1 回になっています。リエヴァのあと、フィルターボールの圧力をそのままカウンタプレッシャに持ってくる構造の充填機もありますが、このイラストの機構は (フィルターボール圧 +  $\alpha$ ) の独立 CO2 圧をいったんかけて、その後フィルターボールとのチャンネルを開いています。フィルターボールに戻るガスはいつも新しいガスなので万一の場合の汚染拡大防止や溶存酸素の低減に役立つ反面、構造は複雑になって機械コストも上がります。スライド 10 で、ビールが酸化される要因はア) フィラーボールの中、イ) 壺の中、ウ) 充填から打栓までの間、の 3 つの要素に分けられることを説明しましたが、イ) もさることながら実際は ア) と ウ) の影響度もきわめて大きいことが実務的に重要です。



ビール充填後王冠を打栓するまでは空气中を移動していきます。ウ) に関しては、打栓直前に再度の酸素混入防止をおこなう必要があります。一般的にはビール内から泡を発生させてエアを押し出して打栓します。これを泡上打栓と呼び、具体的な方法としては『ジェッター』(ごくわずかの高圧の水流をビールに当ててビールから泡を発生させる) か、『CO2 パルス』(水の代わりに CO2 のパルスを用いる) が一般的です。

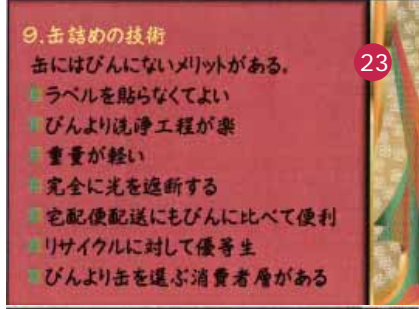
(スライド 21)

充填機はサイズ、価格、作業性などが経営規模とマッチしなければなりません。スライドは、日本の地ビール醸造所で多く利用されているマニュアル充填機で、マイクロマスター (700 ~ 1000bph)、ピアフロイント (200 ~ 300bph)、2+1 フィラー (150 ~ 250bph) の 3 機種です。これらの機種はすべて『ロングチューブ』で、『プレパージ機構』を備えています。また、これらのマニュアル充填機には、次のスライドで紹介するロータリー充填機と違ってフィルターボールが存在しません。フィルターボールがないことは酸化リスクがひとつ減ることになります。



(スライド 22)

時間あたり 1,000 本以上のびん詰めをするなら、ある程度本格的なびん詰めライン、すなわち『びんとりだしテーブル (またはデパレタイザー) → リンサー (または洗びん機) → 充填 → 打栓機 → ラベラー → 箱詰めテーブル』といった機械が順にコンペアで連結されているラインを設置することになります。充填機は通常、ロータリー充填機になります。スライドでは、当社が地ビールメーカーに納入した事例写真 3 枚 (充填ヘッドが 6 本 (1400-1700bph)、9 本 (2000-2300bph)、12 本 (2500-3000bph) の SMB 社の充填機) とレイアウト例です。なお、右下の写真は参考に掲載する某大手ビールメーカーの最新工場の例 (見学通路からの写真、機械は Krones) で、充填ヘッドは 100 本以上です。

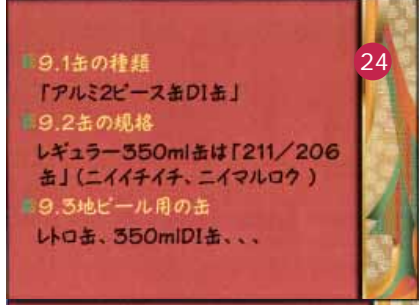


(スライド 23)

地ビール解禁当初は「缶詰めなんか出来ない」と思われていましたが、当社では新潟の「エチゴビール」(日本初の地ビール缶詰を発売) 以来、すでに 20 件近い地ビール缶詰の商品化をサポートしています。スライドはびんと比べた場合の缶のメリットをまとめたものです。日本に数年遅れてアメリカでもクラフトビールの缶詰が出ています。また日本では、地ビールのボトル缶 (スクリューキャップのついた缶) も登場しています。

(スライド 24)

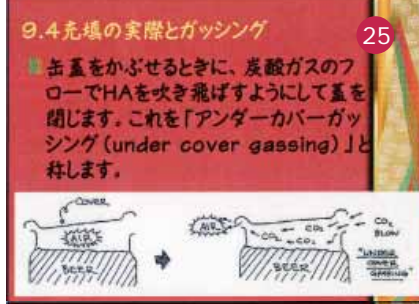
現在市販されている飲料用の缶にはアルミ缶とスチール缶の二種類があります。また、別の分け方として 2 ピース缶と 3 ピース缶があります。缶は構造上「缶胴」「缶底」「蓋」の 3 つの部分に別れますが、3 ピース缶とはこれら 3 つの部分のパーツで構成されているものを指します。2 ピース缶とは缶胴と缶底が一体成形されているので、2 ピースの缶と言います。日本で買うことのできる缶ビールはほとんどが「アルミ 2 ピース缶」ですが、缶胴と缶底を一体成形する技術が DI (Drawing & Ironing) という金属加工法で作られるので「アルミ DI 缶」と呼ばれたりもします。一部の缶ビールで「スチール 2 ピース缶」や「スチール 3 ピース缶」に入ったものも市販されていますが、基本的にはアルミが主流です。(アルコール飲料と鉄イオンは相性が悪い)



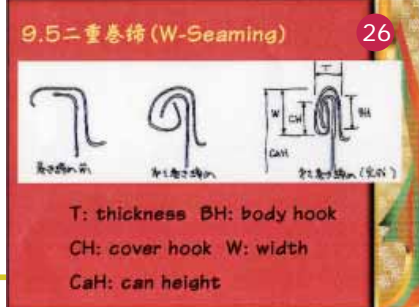
缶サイズの呼び方ですが、たとえばアサヒやサッポロのレギュラー 350ml 缶は「211 / 206 缶」(ニイチイチ、ニイマルロクと通称) といいます。これは缶の胴内径が 2 インチ 11/16 (約 68 ミリ)、蓋の外径が 2 インチ 6/16 という意味で、世界共通呼称となっています。95 年から 96 年にかけてキリンビールのレギュラー 350ml 缶は「211 / 206」から「211 / 204」に変更されました。欧米では「211 / 202」の 12 オンス缶 (ほぼ 350 ・ 缶サイズ) が普及しはじめており、日本でも輸入品売場の店頭などで見かけます。

(スライド 25)

缶の充填は基本的にびんと同じで、充填 → ヘッドスペースのエアの置換 → 蓋閉め (ただし、びんの場合は「打栓 (capping or crowning)」ですが缶蓋の場合は「蓋巻き締め (seaming)」といいます) ですが、びんと缶では少々異なる点があります。びんなら充填前にリエヴァキューエーションを行えますが、缶の場合はヴァキュームポンプを使うと凹んでしまうのでリエヴァは行いません。缶の場合はビール充填前に炭酸ガスで缶内をパージするのが一般的です。入味線の精度も重要な問題です。缶は口径が大きいのでわずかに 1mm の入味の違いが容量では大きく効きます。例えば、びんの内径 18mm、缶内径 6.2mm とすると、入味の 1mm の差がびんでは約 0.25ml なのに缶では約 3.0ml に相当します。すなわち、缶はびんに比べてより精密な充填制御が必要ということです。



ビール充填後、びんの場合ジェッターなどで泡を立てて HA (ヘッドスペースエア) を置換して蓋をしますが、缶の場合は口径が大きいくだけにジェッターでは泡がたちにくいし、またあまり多く泡をたてすぎるとロス量が多くなりすぎます。缶の場合、缶蓋をかぶせるときに、炭酸ガスのフローを作って HA を吹き飛ばすような感じで蓋を閉じます。このことを「アンダーカバーガッシング (under cover gassing、蓋の下のガスブロー)」と称します。



(スライド 26)

ビール充填後は、缶に蓋を取り付けます。缶胴に乗った状態の蓋をチャック (Chuck) と呼ばれるパーツで上から押さえ、蓋のカーブ部分と缶胴のフランジ部分を、二工程かけて巻込んで密封する方法で、『二重巻締 (W-Seaming)』と呼ばれます。



ロールと呼ばれるパーツが蓋のまわりを回りながら、図のように第一工程（第一ロール (1st role)）で巻き込むきっかけを作り、第二工程（第二ロール (2nd role)）でカールとフランジを圧着します。蓋のカール部分内側にはごくわずかの量ですがドーナツ状にゴムの様な部材（シーリングコンパウンド）が塗布されており、これが巻締め内部で密封材として機能します。缶の密封に関する品質管理はこの二重巻締の各部の寸法を精密に管理することで行います。実際には缶の蓋と缶胴の接合部をノコギリで切って（ルーペで拡大し右端の図の状態）、イラスト上の T、W、BH、CaHなどをmm単位で小数点以下2桁のレベルで管理します。王冠打栓の場合は単純に打栓径のみ小数点以下1桁で管理するだけでしたが、缶は高い管理水準が要求されます。



(スライド 27)

(写真右側) 一番簡単な缶詰めの方法としては、マニユアルのカウンタープレッシャ充填機で缶にビールを入れて、その缶を缶シーマー（缶巻き締め機）に手でもって行って蓋を取り付ける、という方法です。写真は大手ビールメーカー研究所に納入した当社製の設備の事例で、もちろんガッシング装置付きの缶シーマーです。

(写真左側) ルーツ機械研究所では96年に、『世界初の極小規模自動ビール缶詰め機』として1台でビール充填と缶蓋巻き締めを行う『ピアラディクス』を開発しました。この機械は間接運動をするスターホイールで、缶内部のエアブローとヴァキュームクリーン→カウンタープレッシャ充填→蓋乗せ（ガッシング）→缶シーミングを順次行う設計でマイクロ/パブリユアリーや研究所での使用を念頭においてつくったものです。地ビール醸造所で10台以上、大手メーカーの研究所などで3台が稼働しています。

(写真右下) ルーツ機械研究所では『世界初の1000cphクラスのモノブロックビール缶詰め機』として、ドイツSMB社と共同でSMB-ROOTS 6L/2Sを開発しています。地ビール醸造所で2台が稼働しています。

(スライド 28)

基本的な品質管理として、びん詰めされたビールはライン上、もしくは少なくとも箱詰めの時に、外観および入身量や異物混入などの目視検査を行うことが必要です。

最近の社会動向からすれば、原料や使用パッケージ資材、殺菌剤の使用などのトレーサビリティを品質記録として残すことも重要でしょう。

ビール自体の品質管理としては、製品をある頻度で抜き取って炭酸ガス溶存量と残存エア量を測ること、密封の要である王冠のクリンプ径（缶の場合は巻き締め寸法）の測定、細菌検査などをおこなうことが必要です。炭酸ガスとエアの測定のための一番ベーシックな機器は「ザーム（またはツァーム）のエアテスター」で、BCOJ（ビール造組）分析法にも記載されている器具です。

エアテスターの使用方法については当社のウェブサイトにイラスト入りで紹介しています。

<http://www.kitasangyo.com/Archive/Yamamoto-TC/Yamamoto-TC-3.html>

(スライド 29)

小規模醸造所を念頭に置いて書いた作業者の「安全」に関するスライドです。

(びんの破裂) のリスクは常にある事を忘れずに、(保護めがね) はびん詰め作業時はもちろん、それ以外のブルワー作業でも必要に応じて着用、(転倒) や (指先切断) は起こりやすい事故、(酸欠) は一人で作業をしているとき特に注意が必要、(腰痛) はブルーワーカーの職業病、、、びん詰め作業や醸造作業は、一般に考えられるよりリスクのある作業です。とにかく「安全は全てに優先する」ことを再確認してください。

(スライド 30)

最後は包装資材に関するスライド。この分野はぜひぶんいろいろ項目があるけれども、紙面も限られるのでびんについて触れます。日本の大手ビールメーカーでは、334ml（缶は350ml）、500ml、633mlが規定容量ですが、欧米やアジアでは小びんは330mlや12Oz（Ozはオンス、12Oz≒355ml）、大びんは650mlか22Ozが多い。しかし地ビールの場合、ほとんどが当社が先鞭をつけた330ml容量を採用しています。

余談ですが、びんという漢字には『瓶』と『罎』があります。本来の意味からすればそれぞれ「広口のびん」（英語のJar）、「狭口のびん」（英語のBottle）に対応するそうなので、ビールのびん詰めというときは「罎詰め」が正しいことになります。

びん以外では、PETボトルが世界的に見てビール容器の大きな潮流となっており、様々なガスバリア技術に関して述べるべき事がたくさんあるのですが、日本では当面広がる気配がありません（リサイクルの観点から着色が認められない）。日本ではPETボトルよりボトル缶の方が注目されているようです。

以上2回にわたって、地ビールでの経験を通じて学んだ事を私なりの切り口で整理して、ビール充填技術の実務としてご紹介しました。地ビール解禁後10年が経過し、びん詰め・缶詰めの生産も定着したものとは思いますが、まだまだ改善余地も多いと思います。皆さんのお役に立てればと願っています。 Text T. Kita

## 経験とノウハウが違います！

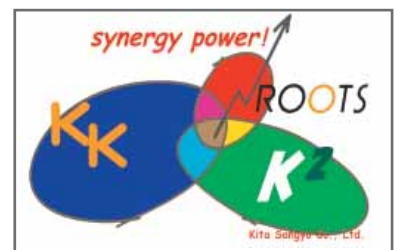
喜多産業はお酒（清酒・焼酎・泡盛・ワイン・ビールなど）のパッケージとパッケージングマシンのスペシャリスト。「高付加価値商品の企画・提案力」が我々の行動指針です。お酒に関する商品企画・商品設計については、お気軽に当社へご相談ください。ご照会はこちらまで。

西日本担当：喜多産業大阪営業部 Tel. 06-6731-0251 e-mail: osaka@kitasangyo.com  
 東日本担当：喜多産業東京営業部 Tel. 03-3851-5191 e-mail: tokyo@kitasangyo.com  
 機械設備担当：ルーツ機械研究所 Tel. 0742-64-3129 e-mail: rml@kitasangyo.com

本書の著作権は、喜多産業株式会社または / かつ写真製品の企業に属します。  
 Copyright reserved by Kita Sangyo Co., Ltd. and/or the brand owners.  
 このニュースレターの全体または一部の無断転載及びコピーを禁止します。  
 No material herein should be reprinted without written permission of Kita Sangyo Co., Ltd.

編集・作製 喜多産業株式会社 企画・開発グループ  
 TEL : 06-6711-2288 FAX : 06-6712-6023

<http://www.kitasangyo.com>



**喜多産業株式会社**  
 KITA SANGYO CO., LTD.

本社：大阪府生野区梅谷1丁目3番9号 〒544-0034 TEL. 06-6731-0251  
 HEAD OFFICE: 1-3-9, MOMODANI, IKUNOKU, OSAKA, 544-0034 FAX. 06-6712-6023  
 東京支店：東京都千代田区若本1丁目8番15号 〒101-0032 TEL. 03-3851-5191  
 TOKYO BR.: 1-8-15, WAMOTOCHO, CHIYODAKU, TOKYO, 101-0032 FAX. 03-3864-9137