

Plant
and
Process



化学装置

6

2009

特集 食品製造における殺菌・衛生・異物混入防止技術
特別企画 食品機械装置の活用事例集

水や液体の脱気による食品ライフの延長
食品の消費期限の延長やプロセス改善

Liqui-Cel[®]

MEMBRANE CONTACTORS

- 脱酸素
- 窒素溶解
- 炭酸溶解
- 脱炭酸



10インチ膜・脱気装置



高純水脱気装置



MEMBRANA
A POLYPOR[®] Company

www.Liqui-Cel.jp



ボトルウォーター製造の衛生管理と殺菌技術

矢部 江一*

1. はじめに

日本においては水道水が飲用されているが、おいしい水、安全な水への関心が高まり、家庭用浄水器による浄化、ペットボトルウォーターの消費も増加している。清涼飲料に対する嗜好も低カロリーの炭酸飲料、お茶、ミネラルウォーターなどに移行している。このような状況の中でボトルウォーターも消費者の安全な水、便利な水の嗜好に合致するものとして消費が急増している。

欧米では数十年前から5ギャロンボトル（約20ℓ）に充填されたボトルウォーターが普及し、オフィスを中心に広く愛用されている。ここ十数年の間に、生活の質の向上が著しく、飲料水事情の悪い中国、韓国、東南アジア諸国でも安全な水としてギャ

ロンボトルは急速に普及している。

ギャロンボトルを自宅やオフィスまで宅配するHOD（ホームアンドオフィスデリバリー）事業では、12ℓボトル水や19ℓボトル水をボトル水製造工場で作製し、営業車で定期的に消費者まで配達している。消費者は、自宅にウォーターサーバー（写真1）を設置し、冷水、温水を常時使用できる。

ボトルウォーターの宅配水市場は、2008年度約500億円まで成長し、毎年20%前後の成長率を維持している。ミネラルウォーターの市場規模約3,000億円（国産品2,000億円、輸入品1,000億円）に比較し、1/6の市場規模にまで成長している¹⁾。

ボトルウォーター協会は、米国（IBWA）が1958年に設立、2000年に世界の各エリアに協会（EBWA、ABWA、CBWA、LABWA）を設置している（表1）。日本ボトルウォーター協会（JBWA）は、2006年4月に発足、2007年10月有

* Kouichi YABE：一般社団法人日本ボトルウォーター協会 技術顧問（E-mail：k-yabe@olive.plala.or.jp）



写真1 ウォーターサーバー

表1 日本ボトルウォーター協会の概要¹⁾

団体名：一般社団法人 日本ボトルウォーター協会 JAPAN BOTTLED WATER ASSOCIATION (JBWA)
所在地：東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル42階
設立：平成18年4月1日 任意団体として設立 平成20年12月12日 一般社団法人へ変更
会長：狩野勝（元厚生政務次官）
代表理事：寺岡豊彦（(株)ナック 代表取締役）
協会会員数：正会員35社、準会員129社、賛助会員27社
事業概要：
1. 業界の健全な発展のためのスタンダードを確立する
2. 産官学の連携、協同で各種研修会、委員会を運営する
3. 会員会社への法令、その他の遵守、衛生管理技術向上のために研修会を実施する
4. 日本政府、行政機関との連携、意見交換を行う
5. ボトルウォーター業界全般に渡る調査、研究、広報活動を行う
6. 世界のボトルウォーター協会との連携を図り、グローバルな視点から活動する

限責任中間法人、2008年12月に一般社団法人に移行した²⁾。各エリアの連絡協議会であるICBWAの構成メンバーである。当協会は世界各国の協会と定期的に会合を持ち、連携を図っている。ボトルウォーター宅配事業は日本では未だ歴史が浅いため、ボトルウォーター製造・販売技術の規準化、普及と健全な発展を目指して協会活動を進めている。

2. ボトルウォーターの製造工程

ボトルウォーターの製造法は、大別して3種類に分類される。

1) 天然水をそのままボトルに充填

ナチュラルミネラルウォーターの宅配水である。源泉から全国に配達するため使用済のボトルは、廃

棄する。ボトル充填工程だけであり、技術的にはもっともシンプルである。

2) 地下水、水道水をRO膜処理しボトルに充填
 原水を逆浸透膜（RO膜）で脱塩処理し、ボトルに充填する。RO膜では、水中のミネラル類、有機物類、重金属類を約99%除去するため、飲料水としての安全性は格段に向上する。ミネラル類が1~3ppmとわずかであるため、純水やPure Waterなどに分類され、ミネラルウォーターとは呼べない。

3) 地下水、水道水をRO膜で処理し、ミネラルを添加しボトルに充填

地域分散型の製造拠点を設置し、製造拠点を中心に製品を宅配する。使用済のボトルは回収し、洗浄後再使用する。RO膜処理水にカルシウム、マグネシウム、などミネラルを一定量添加し軟水（硬度60mg/l未満）に調整する。製造工程はもっとも複雑になる（図1）。



図1 ボトルウォーターの製造から消費者循環³⁾

3. ボトルウォーター製造工場の一例（HACCP 認証工場）

ボトルウォーター製造工場でHACCP認証を申請中（2009年5月7日現在）のJBWA会員企業（株）ナック住之江工場の例を紹介する。

住之江工場は大阪市住之江区に設置され、平成20年7月より稼働開始した。大阪市水道水を原水に使用し生産量は、12lボトル、5万本/日である。工場建設に当たりHACCP認証を考慮した設備導入、配置を行った（図2、3）。

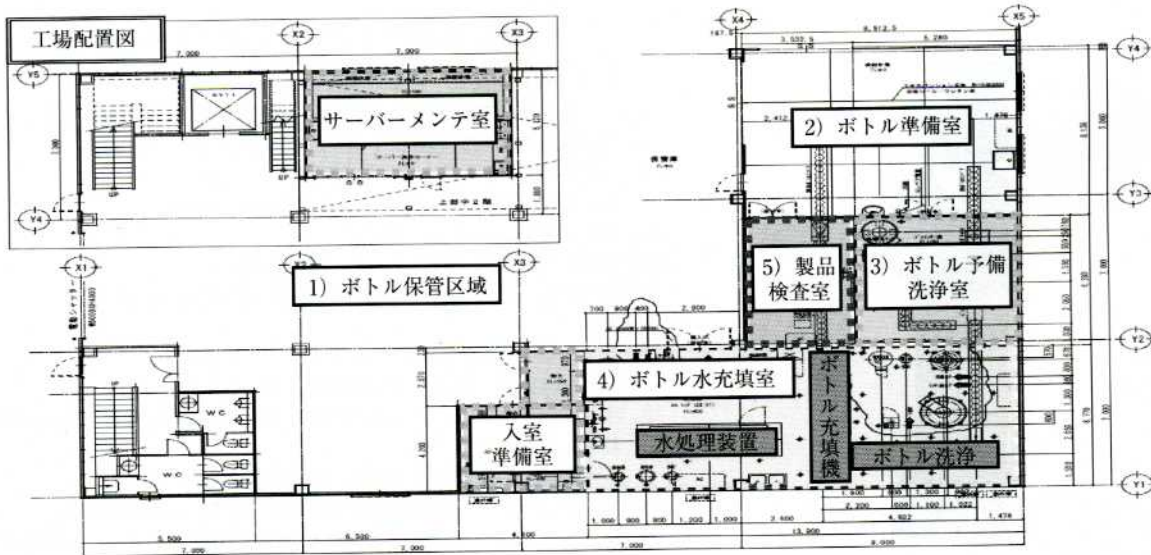


図2 工場配置図

工場は、ボトル保管区域、ボトル準備室、ボトル予備洗浄室、ボトル水充填室と製品検査室に大別される。ボトル充填室、製品検査室、ボトル予備洗浄室は清浄区域としてクリーンルーム仕様になっている。回収ボトルは、ボトル準備室で外観、官能検査で不良品を廃棄する。ボトル予備洗浄室では、ボトル内を水洗浄する。

ボトル水充填室には、RO膜装置で水道水を脱塩後、ミネラルを添加する水処理装置（写真2、3）が設置されている。ミネラル添加水は、流水型紫外線殺菌装置で殺菌処理し、限外ろ過（UF）膜装置で残留粒子を除去する。

ボトル洗浄機では、ボトル内の付着物の洗浄と殺菌処理を行う。ボトルの最終殺菌には、次亜塩素酸活性水を噴射し殺菌処理を行っている。製品検査室では、外観検査、製造日のプリントを行う。

衛生管理のポイントは、製造工程での殺菌処理である。住之江プラントで採用している殺菌方法を説明する。

1) 水製造工程の殺菌処理（CCP：紫外線照射殺菌法）

紫外線殺菌装置（写真4）は流水の殺菌に一般的に使用されている。ボトル製造工程で紫外線殺菌工程は、重要管理点 CCP（Critical Control Point）である。そのため管理規準 CL（Critical Point）を UV 照射照度 $84,000 \mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ に設定し、照度計で連続監視している。紫外線照射照度は、腸球菌を使用しての殺菌試験では、5D 以上を確認している（表2）。HACCP 認証で

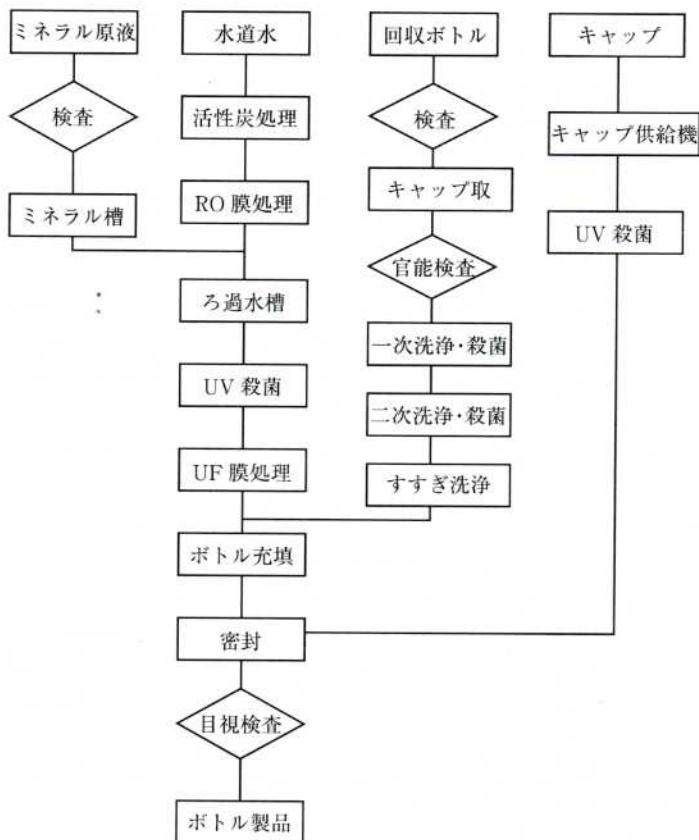


図3 製造工程

CCP に指定した場合は UV 照度計付の紫外線殺菌装置を選定する必要がある。

2) ボトル洗浄・殺菌処理（CCP：次亜塩素酸活性水法、写真5、図4、表3）

次亜塩素酸ソーダの殺菌効果は広く知られている。しかし洗浄後のボトル殺菌では、生産性を高めるた



写真2 水処理装置¹⁰⁾

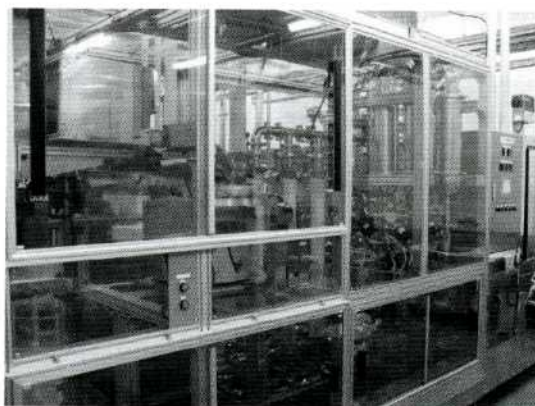


写真3 充填装置¹⁰⁾

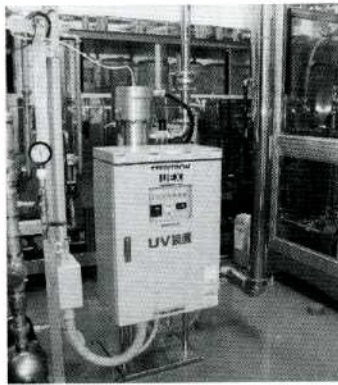


写真4 紫外線殺菌装置

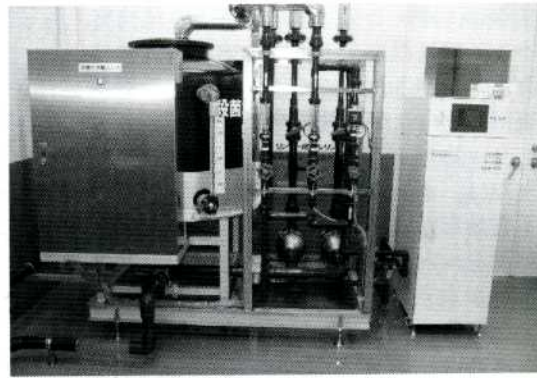


写真5 次亜塩素酸活性水装置

表2 紫外線殺菌装置 (UEX3型) の殺菌試験⁵⁾ (水温 25℃)

測定項目	流量 [m ³ /hr]	紫外線殺菌装置通貨前の水		紫外線殺菌装置通過後の水	
		腸球菌接種前	腸球菌接種後	採水直後に測定	20℃, 2週間保存後に測定
腸球菌数 [CFU/10 ml]		<1	9×10 ⁶	—	—
	6	—	—	<1	<1
	8	—	—	<1	<1
	11	—	—	<1	<1

試験菌: Enterococcus faecalis ATCC 29212,

培地: 0.01% TTC 添加, KF Streptococcus Agar (Difco)

培養条件: 35℃, 48 hr

表3 次亜塩素酸活性水の殺菌効果試験⁶⁾ (水温 25℃)

試験菌	試験液	生菌数 [CFU/ml]					
		開始時	15秒後	1分後	3分後	5分後	10分後
大腸菌 (O157:H7)	次亜塩素酸濃度 30 ppm, pH 7.0	1.5×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10
	次亜塩素酸 Na 200 ppm, pH 8.5	1.5×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10
サルモネラ	次亜塩素酸濃度 30 ppm, pH 7.0	1.9×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10
	次亜塩素酸 Na 200 ppm, pH 8.5	1.9×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10
黄色ブドウ球菌	次亜塩素酸濃度 30 ppm, pH 7.0	1.3×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10
	次亜塩素酸 Na 200 ppm, pH 8.5	1.3×10 ⁵	<10	<10	<10	<10	<10

培地: SCDLPA 培地

培養条件: 35℃, 48 hr

め迅速に殺菌できる方法が求められる。次亜塩素酸ソーダの殺菌力に比較し約15倍の殺菌効果のある次亜塩素酸ナトリウム活性水を採用している。

次亜塩素酸ナトリウムに酸を添加し、pHを中性に調整することで活性化する。

3) 通水配管の殺菌処理
連続通水する配管内面に微生物が付着し、スライム発生の原因になる。スライムから微生物が隔離し水質微生物汚染を引き起こす。ボトル製造工程では、

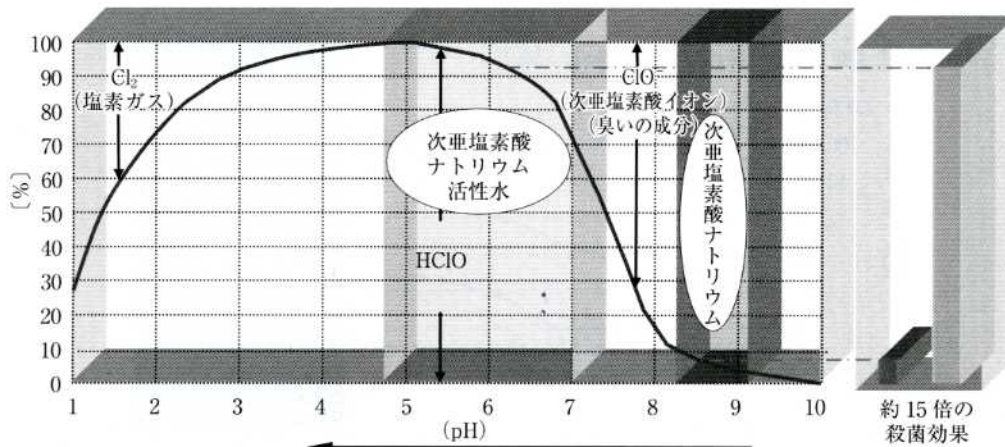
充填水ラインの定期熱水殺菌:

1回/日, 80~85℃の熱水で殺菌処理

洗浄水ラインの抗菌剤処理:

通水式抗菌剤塔より銀イオンを微量溶出させ配管系内での微生物増殖を防止

銀イオンは食品添加物に認証されていないため、ボトルに混入するような使用方法はできない。銀イオンの腸球菌に対する抗菌作用は、マイルドである。銀イオン濃度は、10ppb以上、



酸を加えて pH を調整することにより次亜塩素酸 (HClO) の存在比が変化する

図4 次亜塩素酸活性水の殺菌効果⁶⁾



写真6 抗菌剤通水塔

【抗菌剤通水塔】

- ・内部に抗菌剤が充填
- ・水中のミネラルにより抗菌剤より銀イオンが溶出

【銀イオンの効果】

- ・銀イオンは食品添加物に指定されていないため、ボトル水の含有させることはできない
- ・銀イオン 5 ppb 以上を連続溶出させることで流水配管の微生物増殖を防止する

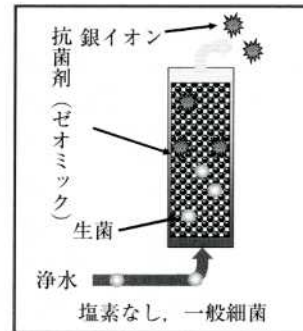


図5 抗菌剤通水塔の利用⁷⁾

接触時間は48時間以上で明確な抗菌作用が発揮される。配管の内面に付着している生菌が銀イオンを吸収すると増殖が抑えられるので増殖は防止できる(写真6, 図5, 表4)。

4) 使用部品の殺菌処理(電子線照射殺菌法)

ボトルキャップも微生物汚染防止のため事前に殺菌処理を行っている。キャップの殺菌には電子線照射殺菌法を採用している⁸⁾。ビニル袋に入れ電子線照射量 15KGry 前後で処理する。電子線照射法では、キャップ材質により材質が一部分解し、異臭が発生する。異臭を抑える程度の照射量で処理することが肝要である。

4. 今後の課題

ボトル水製造工程は、生産性の向上のために短時

間での完全殺菌法が求められている。ボトル水製造と関連工程の課題として、

- ① ボトル充填水の完全殺菌
- ② 回収ボトルの完全殺菌
- ③ ボトル充填室の殺菌・衛生管理
- ④ ウォーターサーバーの殺菌・衛生管理

があげられる。本稿では紹介できなかった、オゾン促進殺菌法、パルスビーマー殺菌法などが有望な技術として上げられる。今後、関係者の研究に期待するものである。

参考資料

- 1) 日本ボトルウォーター協会資料
- 2) 日本ボトルウォーターホームページ: <http://www.jbwa.org>
- 3) (株)ナックカタログ
- 4) 浦上逸男:「初歩から学ぶ紫外線殺菌」, 工業調査会
- 5) 千代田工販(株)技術資料
- 6) 東亜ディーケーケー(株)技術資料
- 7) (株)シナネンゼオミック技術資料

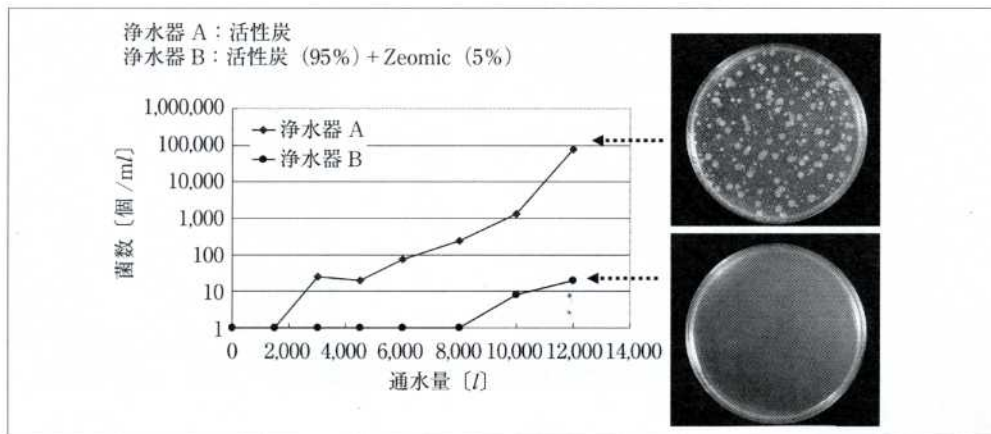


図6 Zeomicの浄水器への利用⁷⁾

表4 銀イオン抗菌効果確認試験⁹⁾ (水温 25℃)

試験液 [ppb]	腸球菌数 [cfu/mL]							
	開始時	20分後	30分後	1時間後	3時間後	6時間後	24時間後	48時間後
Ag 0	5.5×10^4	4.3×10^4	5.4×10^4	5.4×10^4	3.4×10^4	2.5×10^4	1.5×10^4	1.3×10^4
Ag 5	5.5×10^4	4.5×10^4	5.1×10^4	3.3×10^4	2.5×10^4	1.3×10^4	8.1×10^3	3.6×10^3
Ag 10	5.5×10^4	5.5×10^4	3.8×10^4	3.7×10^4	9.7×10^3	1×10^4	4.7×10^3	3×10^1
Ag 15	5.5×10^4	5.5×10^4	5.5×10^4	3.9×10^4	1.8×10^4	9.4×10^3	2.5×10^3	<1
Ag 20	5.5×10^4	5.5×10^4	5.4×10^4	2.6×10^4	2×10^4	5.7×10^3	2.6×10^3	<1

培地：KF Streptococcus Agar (Difco), 培養条件：36℃, 48 hr

8) 日本電子線照射サービス(株)技術資料

10) (株)日電工資料

9) (株)ナック技術資料

情報ファイル

アトラスコプコ、2008年度P & A 最優秀製品賞受賞

アトラスコプコは、ドイツのP & A誌主催2008年度のベストプロダクトコンペティションにおける「ポンプおよびコンプレッサ部門」において同社の最新省エネ型給油式コンプレッサ「新GA90-160kWレンジ」が1位を獲得した。

給油式コンプレッサはセメント業、ガラス工業、タイヤ製造業をはじめ石炭火力発電所、鉱業、海運および造船業など幅広い業種で使われてい

る。

同社の新型「GA 160 VSD」は給油式コンプレッサでは初めてウォーターセパレータをアフタークーラに組み込んだ。また特許技術 Saver Cycle Systemによりドライヤの最適なエネルギー使用を実現。最高周囲温度 55℃ の環境で最大騒音値 71dBA での運転が可能で、オイルフィルタおよび吸込エアフィルタの寿命は2倍に延び、運転コストおよ

びコンプレッサ稼働時間の削減に直接効果がある。

「GA 160 VSD」に関するお問い合わせは同社コンプレッサ事業部(電話：03-5765-7830)まで。

〈⑬資料請求番号：5101〉

