高粘性食品の無菌充填包装

食品の無菌充填包装の技術は、牛乳、果汁、清酒、ワインなど粘度の低い食品について確立され世界各国で応用されている。高粘性食品の無菌充填包装技術はなかなか困難であったが、昨今実用化の域に達し、多くの高粘性食品について応用されるようになってきている。高粘性食品の無菌充填包装技術に的をしぼって解説していただいた。

横 山 理 雄

はじめに

1951年、スイスで実験の行われた牛乳の無菌充填包装は、幾多のテストを繰り返したのち、1961年にスウェーデンのテトラパック社の手でその企業化に成功し、ロングライフミルクと吸ばれて各国で生産されるようになった。

この無菌充填包装の技術が、わが国やアメリカに伝わり、牛乳を始めとした乳製品や果汁飲料、酒、ワインの無菌充填包装へと広がってきている。このように低粘性食品や、高酸性食品の無菌充填包装システムは確立され、世界各国では、多くの食品が変敗を起こさずに無菌充填包装されている。

一方、ケチャップ、醬油タレ、濃縮スープなどの高粘性食品の無菌充填包装も試みられており、連続的に食品中の微生物を殺菌するという技術も生まれてきている。

食品の無菌包装は、一時のブームからさめ、着実に伸びてきているが、電子レンジ時代とグルメ時代に入って、スープ、シチューなどの高粘性食品の無菌充填包装がクローズアップされてきている。

今回は、高粘性食品の無菌充填包装というテーマのものと、無菌充填包装食品の動き、海外における高粘性食品の無菌充填包装、わが国の高粘性食品の無菌充填包装システム、無菌包装材料についてふれてみたい。

1. 無菌充填包装食品の動き

1.1 無菌化包装食品¹⁾とは

食品の無菌化包装は、食品中の微生物殺菌状態から次の2つに分けている。一つは、ロングライフミルクやコーヒー用ミルクのように充填する食品を高温短時間殺菌してから、過酸化水素などで殺菌した包装容器の中へ無菌充填するものであり、これを食品の無菌充填包装と呼

んでいる。二つ目は、スライスハム、スライスチーズ、切りもちのように、加熱処理や洗浄殺菌で食品を無菌に近い状態にしてからバイオクリーンルームで無菌化包装するものであり、これを準無菌包装と呼び、研究者によっては、商業的無菌包装と呼ぶときもある。

この食品の無菌化包装も消費者用と業務用の2種類に分けることができる。業務用にはレストランなどの外食産業向けと食品工場向けのバルク製品とがある。

最近、世界各国で高粘性食品の無菌充填包装と固形食品の無菌化包装が急速に伸びてきた理由は何であろうか。まず考えられることは、食品の健康志向につれて、食塩、糖分の含有量が少なくなり、食品が腐敗しやすくなったこと、消費者がボツリヌス菌などの食中毒菌に敏感に反応し、微生物による汚染のない食品を求める傾向にあることなどである。

また、食品の生産者側からみて、再加熱による液汁分離がなくなり、食品の風味を保持でき、その上、省エネルギーにつながるなどのメリットも出てきている。包材面からみた場合、ガラス容器から紙容器へ切り換えることによって包装材料費と輸送費のコストダウンができるメリットもある。

1.2 無菌充填包装食品の現状と動き

第1表に、世界各国で市販されている無菌充填包装食品²⁾

乳 製 品	フルーツ製品	ソース・酒類	そ の 他
発 酵 牛 乳	ババリア飲料	ケチャップ	豆 乳
ロングライフミルク	メロン飲料	醬 油	豆 腐
ヨーグルト飲料	マンゴー飲料	チョコレートソース	ミックス果汁シロップ
コーヒー用ミルク	グアバー飲料	酒	健康飲料
ブ デ ィ ン グ	オレンジ飲料	ワイン	水
アイスクリームミックス	果汁ネクター		コーヒー
あわたてクリーム			各種ティー
チーズスプレッド			

Aseptic Packaging of High Viscosity Foods

Michio YOKOYAMA (Food Science Laboratory, Kureha Chemical Industry Co., Ltd)

品²⁾について示した。これら食品は、乳製品、フルーツ製品、ソース・酒類とその他に大別することができる。特に酒類の無菌充填包装では、日本が先行しており、びん詰、紙容器に詰められた多くの製品が出回っている。

新しい無菌充填包装食品について少しふれてみよう。アメリカの食品業界では、微生物的にも安全な高酸性食品から低酸性食品へと無菌充填包装の輪を広げてきており、多くの新製品が市場に投入されている。Pepsics Wines & Sprit 社では、1984 年 10 月から全米に、1ℓ 入りの紙製容器入り無菌充填包装ワイン³⁾を売り出した。この製品は、CARAFFA D'ORO というブランドで白と赤の 2 種類があり、Brik Pak 社の無菌充填包装機で詰められている。香りも逃げず、保存性も良好であり、ガラスびんより軽く、手軽に飲用されることから、若い層に人気を博している。

世界的にみて、トマトジュースの無菌充填包装されたものも多くみられるが、最近、イタリアの Parmalat 社から 2 種類のトマト無菌充填包装食品が輸入販売されている。それらトマト製品⁴⁾は、Pomi と名付けられた 35 オンス (993 g) 入りのクラッシュトマト製品と 17 オンス (482 g) 入りのスパゲティ用トマトソースであり、いずれも Tetra Brik システムで無菌充填包装されている。

ベビーフード⁵⁾はびん詰のものが多く、ロサンゼルスに本拠をもつ Natural Food 製造会社から、数種類の無菌充填包装されたベビーフードが市販されている。この製品は、Conffast の無菌充填包装機を使用してプラスチック容器に詰められたものであり、常温で 10 カ月間の保存性が立証されている。

電子レンジ食品用として、キャンベルスープ社では、バリアー容器に無菌充填包装された各種スープを売り出しており、フリットレイ社⁶⁾では、チエダーチーズとフレンチオニオンのフレーバー入り低酸性チップディップ食品をプラスチックバリアー性容器に無菌充填包装して売り出している。

写真 1 プラスチック容器に無菌充填包装されたフルーツヨーグルト

一方、西ヨーロッパでは、フランス、西独、イタリア、スイス各国では、紙容器によるロングライフミルクと写真 1 のようなプラスチック容器に無菌充填包装されたフルーツヨーグルトが大量に出回っている。これら食品の他果汁飲料、ワイン、ブデイング、スープ類とソース類が無菌充填包装されている。

東ヨーロッパやソ連も乳製品の無菌充填包装に積極的に取り組んでいる。ソ連⁷⁾では、1982 年末にモスクワにベビーフードを中心とした無菌充填包装工場が建設された。この工場は、Alfa Laval の殺菌装置とテトラブリック社のテトラブリック無菌充填包装システムが設置され、24 時間連続運転で 1 日 80 トンの牛乳をベースにしたベビーフードを生産することができる。

このように、ヨーロッパにおける食品の無菌充填包装は多様化してきており、ロングライフミルク、ヨーグルト、ブデイングから果汁飲料、ベビーフード、トマトペーストと対象食品が広がってきている。

わが国における食品の無菌充填包装の歴史は浅いが、ここに来て、急速に各種の無菌充填包装食品が生まれてきている。テトラパック、ピュアパック、四国化工機による紙容器詰ロングライフミルク、果汁飲料や CKD、三菱重工、大日本印刷と凸版印刷、Bosch、Hamba などの無菌充填包装機によるコーヒー用ミルク、ブデイングなども軌道にのり、また清酒、ワイン、醤油タレと豆乳なども紙容器で無菌充填包装されている。

ケチャップ (写真 2)、マヨネーズやソフトバターなどの高粘性食品も無菌容器を使用して無菌充填包装されている。特にこれらの無菌容器はわが国で独自に開発され、ブロー成型時に口部が密封され、無菌状態になったり、成型後の容器を高温で加熱して無菌にしている。

清酒は、ガラスびん、アルミ金属缶、PET (ポリエチレンテレフタレート) などのプラスチック容器に詰められているものが多いが、最近ではアルミ箔をバリアー層とした紙容器に無菌充填包装された清酒も出回っている。

写真 2 硬質バリアー多層ボトルに無菌充填包装されたケチャップ

る。清酒はアルコールを 10~20% 含み、pH 4.5 前後の酸性食品であるため、細菌などは発育しにくい。

2. 海外における高粘性食品の無菌充填包装⁷⁾

2.1 高粘性無菌充填包装食品の現況

外食産業向けにトマトピューレとパパイアピューレの無菌充填包装に力が注がれており、海外で実用化され、多くの製品が外食産業で使われている。

アメリカでは、5 ガロン缶を使用してトマトピューレを無菌充填包装している。Fran Rica 社⁹⁾では、金属ドラム缶とプラスチックバッグを使用した高粘性食品の無菌充填包装システムを開発した。金属缶による無菌充填包装システムでは、高温短時間殺菌されたトマトペーストなどは、真空フラッシュ冷却機で 95~109°C の製品が 28~33°C に急冷され、120°C のスチームで殺菌された金属ドラム缶 (208 l) が 1 時間 16~18 個のペースで無菌充填包装される。

また、Fra Rica 社と Container Technologies 社²⁾では、フレキシブルプラスチック包材を使用した 3 ガロン (11.37 l) から 5 ガロン (19 l) の小容器と 300 ガロン (1,137 l) の大型容器の無菌充填包装システムを開発した。このシステムを使って、Hunt Weson 社は業務用のトマトケチャップを無菌充填包装している。

これら無菌充填包装に使われる包装材料としては、150 μ m の LDPE/PVDC/LDPE/PVDC/LDPE/EVA-LDPE の共押出しフィルムかアルミ PET バッグが使われている。

パパイアピューレ⁹⁾は、ジュースペーストやトロピカルフルーツパンチの材料として外食産業で使われている。アメリカの Amfac Tropical Products 社では、原料パパイアをミキシングした後、Cherry-Burrell 社の UHT (第 4 表参照) で 94°C・2 秒間高温短時間殺菌し、27°C まで急速冷却させたパパイアを Sholle Auto-Fillx-1 の無菌充填包装機を用いて無菌充填包装している。

原料パパイアには、細菌、酵母、カビなどの微生物が付着しており、その上酵素が含まれているので、高温短時間の加熱殺菌を行わなくてはならない。また、包装材料は γ 線で殺菌され、PE/Al 蒸着 PET/PE のバリアータイプのバッグが使われている。

イタリアの DESCO 社¹⁰⁾では、トマトペーストの無菌充填包装システムを完成し、夏期には 1 日 750 トンのトマトペーストを無菌充填包装している。このシステムは、高温で殺菌されたトマトペーストが 30~35°C に急冷され、120°C に殺菌された金属ドラム缶 (208 l) に無菌充填包装されたものであり、Rossi & Cateli 社の殺菌機と Fran Rica 社の Quadraseptic 無菌充填包装機が組み込まれている。この無菌充填包装機では、内面プラスチックコーティングされた金属ドラム缶がスチームによって殺菌された後、殺菌処理トマトペーストが 1 時間 18 ドラムの速度で無菌充填包装される。

外食産業向けのチーズソースや濃縮スープの無菌充填包装¹¹⁾について、アメリカの Amboy Specialty Food 社では Sholle の殺菌装置と Fran Rica の無菌充填包装機を用いて、 γ 線殺菌したラミネートバッグに 55 ガロン (250 l) の高粘性食品を無菌充填包装してファストフードなどに常温で配送している。

2.2 高粘性食品の無菌充填包装機

高粘性食品の無菌充填包装機には、コンシューマーパック用と業務用の 2 種類がある。

第 2 表に、新しいコンシューマーパック用無菌充填包装機¹⁾について示した。新しい無菌充填包装機では、包装材料や容器の殺菌を従来の過酸化水素から、熱風、スチーム、アルコールと紫外線などの殺菌に切りかえている。これら無菌充填包装機のなかでも、フランスの Erca (エルカ) 社とアメリカの包材会社である Continental Can 社によって開発された Erca Conoffast はユニークな機械である。この機械は、PE/PP/PE/PVDC/PE の多層共押出しシートの PE/PP の 2 層を剥

第 2 表 新しいコンシューマーパック用無菌充填包装機¹⁾

システム名	国名	包装材料	内容物	機械の特徴と微生物殺菌方法
Dole	アメリカ	金属缶とコンボジット缶	ペースト、プディング、果汁飲料	従来のスチーム殺菌 (221~226°C) から熱風 (116°C) 殺菌、熱源温度 316°C
Metal Box	アメリカ	アルミニウムカップとプラスチックカップ	プディング、ペースト、果汁飲料	成型されたカップを使用、カップの殺菌、35% H ₂ O ₂ スプレー、熱風乾燥
Ligui pak	アメリカ	紙容器	牛乳、果汁飲料	成型された紙容器に 1% H ₂ O ₂ 1ml スプレー、のち紫外線殺菌と熱風乾燥
Erca (Conoffast, 米)	フランス	プラスチック多層シート	果汁飲料、プディング、コーヒー用ミルク	多層シートを剥がして無菌状態になっている内面を容器として使用
Hassia	西ドイツ	プラスチック多層シート	ヨーグルト、デザート食品	包装材料を 130~150°C の高温とスチームで殺菌
Hamba	西ドイツ	プラスチック多層シート	ヨーグルト、プディング、果汁飲料	高性能紫外線殺菌装置 (BBC) で包装材料を殺菌
Thimonnier	フランス	巻き取りプラスチックフィルム	牛乳、果汁飲料、ペースト	包装材料をアルコールと紫外線で殺菌
Serac		ガラスびんまたはプラスチックボトル	ヨーグルトソース、流動性食品	H ₂ O ₂ にて容器殺菌、乾燥 138°C、6 分、充填は無菌チャンバー内で行う

第3表 新しい業務用無菌充填包装機⁷⁾

システム名	国名	包装材料	内容物	機械の特徴と微生物殺菌方法
Asepak	アメリカ	プラスチック巻き取りチューブ	ミートソース、トマトケチャップ	過酸化水素や紫外線殺菌を用いない、インフレーションチューブを使用
Tito Manzini	イタリア	プラスチックバッグ	トマトペースト	γ線殺菌されたバッグを使用、充填ヘッドを殺菌剤 70℃、30秒で殺菌
Steriglen	オーストラリア	プラスチックバッグ	ブロック状果実と食肉製品	固液食品の殺菌・冷却装置と無菌バッグの無菌充填包装
Fra Rica	アメリカ	プラスチックバッグ	野菜、果汁飲料、ヨーグルト、トマトペースト	114~1,140l の γ 線殺菌されたバッグを使用、容器充填部スチーム殺菌 2 分
Sholle	アメリカ	プラスチックバッグ	トマトペースト、パパイアピューレ	19~1,100l の γ 線殺菌されたバッグを使用、容器充填部 80% エチルアルコールまたは次亜塩素酸ソーダ溶液
APV & Londreco	イギリス、イタリア	金属缶	肉と野菜を含むスープ	食品の殺菌装置 APV の DCAPV*、金属缶の殺菌、スチーム (221~226℃) 殺菌

* 回転式の固液食品の殺菌装置

がしたのち、残った無菌シートを成形し、充填、密封するものであり、包材の殺菌に過酸化水素を使わないのが特徴である。

第3表に、新しい業務用無菌充填包装機⁷⁾について示した。Asepak は Asepak 社によって開発された無菌充填包装機である。この包装機は、無菌包材の中に殺菌したスパゲティソースやケチャップなどを無菌充填包装する一連の装置である。Tito Manzini は、外食産業や食品工場向けのトマトペースト無菌充填包装機である。

Steriglen は、固形食品の殺菌と無菌充填包装機が連動された無菌充填包装システムであり、コンピュータを使用して連続的に殺菌し、業務用の食品原料を1時間に25 kg 詰、180 個のスピードで無菌充填包装することができる。

Fra Rica と Sholle は、トマトペースト、果汁ジュース、ピーナッツペーストの無菌充填包装機を開発しており、γ線殺菌された 114~1,140l バッグに殺菌された食品を無菌充填包装している。

APV 社と Londreco 社の固液混合食品の無菌缶詰システムは、固形食品と液状食品を別々に殺菌して、混合したのち殺菌缶に無菌充填包装するものである。

3. わが国の高粘性食品の無菌充填包装システム

3.1 超高温短時間殺菌による微生物殺菌

無菌充填包装される牛乳などの液状食品は、無菌充填される前に、高温短時間加熱殺菌を行い、微生物は完全に殺菌しておかなければならない。

一般に、ロングライフミルクなどは 135~150℃ の温度で、2~6 秒間超高温短時間殺菌 (Ultra High Temperature Sterilization, 略 UHT) されている。この殺菌装置 (UHT) による加熱方式には、直接法と間接法とがある。第4表に、世界各国で使用されている UHT 殺菌装置¹²⁾を示した。直接加熱法では、スチームの凝縮により製品の希釈が生ずるので凝縮水と等分の水分を取

第4表 世界各国で使用されている UHT 殺菌装置¹²⁾

		装置名	メーカー	
直接加熱方式	インフレーション	Uperiser VTIS Aro Bac UHT	APV 社 Alfa Laval 社 Cherry Burrell 社 岩井機械	イギリス スウェーデン アメリカ
	インフレーション	Pararistor Thermo Vac Vac-Heater	Paasch & Silkeborg 社 Brell & Martell 社 Cremery Package 社	デンマーク フランス アメリカ
間接式	プレート	Sigma Thermodule Ultramatic Ahlborn Ster-in 3 UHT Steriglak Crescent UHT	Cherry Burrell 社 Alfa Laval 社 APV 社 Ahlborn 社 Fran 社 Sordi 社 Cremery Package 社 日阪製作所 岩井機械	アメリカ スウェーデン イギリス ドイツ イタリア イタリア アメリカ
加熱方式	チューブブレイ式	Sterideal Thermutator Spiratherm CJ-Sse-Vac-Heater CTA	Stork 社 Cherry Burrell 社 Cherry Burrell 社 Chester Jensen 社 Cremery Package 社	オランダ アメリカ アメリカ アメリカ アメリカ
	掻き取り式	Contherm Thermo Cylinder Thermutator Votator Scraped Surface Heater Rototherm	Alfa Laval 社 岩井機械 Cherry Burrell 社 Votator 社 Fran Rica 社 Tito-Mangini & Figli 社	スウェーデン アメリカ アメリカ アメリカ イタリア

り除かねばならない。これはバキュームチャンバー内で製品をフラッシュすることによって取り除かれる。わが国では、この直接法は加工乳の製造に使われている。

トマトペーストや濃縮果汁の殺菌には、アルファ・ラバル社のコンサーム (Contherm) などがあり、食品を焦げつかせないよう掻き取り装置がついている。高粘性流動性食品の無菌充填包装が進むにつれ、連続的に長時間殺菌できる装置の開発が世界各国で行われている。

写真 3 超高温殺菌装置「クレハ UHT」(高粘性流動性食品用)¹³⁾

最近、わが国において写真 3 のような粘度 3,000 CP から 200,000 CP の高粘性流動性食品を直接加熱する UHT 殺菌装置¹³⁾が開発された。

この殺菌装置は、高粘性流動性食品をスチーム混合により、高温 (100~150°C) まで瞬時にかつ均一に加熱し、真空系における水分蒸発により、瞬時冷却することができる。従って、この装置では、従来の UHT が焦げついてしまったり、食品が変色したり、風味の損失を伴うために、無菌にできなかったものが、これら欠点をカバーして微生物殺菌することができる。第 1 図に、この UHT の心臓部であるスチームミキサーの基本構造¹³⁾について示した。高粘性流動性食品が流体通過部を通過するとき、高温、高圧のスチームが多孔板を通して食品に吹き込まれ短時間に完全殺菌できる機構になっている。

第 1 図 クレハ UHT のスチーム混合器¹³⁾

第 2 図 高粘性用掻き取り式殺菌装置と呉羽式の熱履歴の比較¹⁴⁾

第 2 図に、この殺菌装置と従来の掻き取り殺菌装置の熱履歴の比較¹⁴⁾について示した。この図では、140°C、3 秒間殺菌する場合、従来の掻き取り方式では、40~140°C に昇温するのに 4 分かかるが、新しい方式では、1 秒ですむ。冷却工程も前者が 5 分に対し、後者は 1 秒で品温が 40°C に下がる。

第 5 表に、高粘性食品殺菌装置 (クレハ UHT) による殺菌データ¹⁵⁾

第 5 表 高粘性食品殺菌装置 (クレハ UHT) による殺菌データ¹⁵⁾

食 品	性 状		殺 菌 対 象 菌**	殺 菌 条 件		生 菌 数	
	粘 度	pH		温 度 (°C)	時 間 (秒)	殺 菌 前 (個/g)	殺 菌 後 (個/g)
トマト食品	200,000CP (常温)*	3.5~4.0	<i>Bacillus licheniformis</i>	118	3.0	1.3×10 ²	0
				113	7.5		0
	2,000~3,000 CP (常温)*	3.5~4.0	<i>B. licheniformis</i>	129	5.0	2.0×10 ³	0
				117	19.0		0
クリーム類	2,000~3,000 CP (70°C)*	6.0~7.0	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	150	5.9	3.5×10 ⁴	0
				139	6.1		0
				131	6.1		6.0×10 ³
タレ類	400~500 CP (常温)*	4.5~5.0	<i>Bacillus spore</i>	149	3.5	4.0×10 ²	0
				130	3.5		0
				120	3.5		2
チーズ類	200~300 CP (80°C)*	—	<i>Clostridium sporogenes</i>	150	3.5	6.0×10 ⁵	0
				140	3.5		0
				130	3.5		0
スープ類	400~500 CP (10°C)*	5.0~5.9	<i>B. spore</i>	142	3.5	6.0×10 ⁵	0
				132	3.5		0
				122	3.5		1×10 ⁻²

* () 内は測定時の温度, ** 殺菌対象食品中に含まれていた代表的な微生物

る殺菌データについて示した。この表では、200,000 CPのトマト製品に *Bacillus licheniformis* を 1g 当たり 1.3×10^2 コロニー混入した場合、113°C・7.5 秒、118°C・3.0 秒殺菌で細菌が完全に死滅することがわかる。

また、クリーム類に耐熱細菌 *Bacillus stearothermophilus* を 1g 当たり 3.5×10^4 混入した場合、131°C・6.1 秒殺菌では 6.0×10^3 の細菌が生き残ったが、139°C・6.1 秒の殺菌で完全に死滅したこともわかった。

3.2 高粘性食品の無菌充填包装機

UHT 殺菌装置で無菌処理された高粘性食品は、写真4のような無菌充填包装機¹³⁾で無菌充填包装される。この装置は第6表のような仕様¹⁵⁾であり、2~5 kg 重量の高粘性食品を1分間に 6.5~10 袋のスピードで無菌充填包装することができる。

この包装機の特徴は、高粘性流動性食品の殺菌装置 UHT と連動し、包装されるまで無菌状態を維持することができる。包装材料には過酸化水素や γ 線で殺菌されない無菌包装材料が使われている。この包材はバイオクリーンルームで 170~190°C の高温でインフレーションされ、直ちに巻き取られており、食品が接触する部分は

写真 4 高粘性食品の無菌充填包装機¹³⁾

第6表 高粘性食品の無菌充填包装機仕様¹⁵⁾

項 目	仕 様
① 包装能力	6.5~10 袋/分
② 袋 寸 法	幅 200~260 mm 長 350~470 mm
③ 充 填 量	2~5 kg/袋 (2~5 l/袋)
④ シ ー ル 方 法	ヒートシール
⑤ 電 気 容 量	200V, 9 kW
⑥ ユーティリティ使用量	(1) 空気 150 NI/分 (2) 水 5 l/分
⑦ 機 械 重 量	4,000 kg
⑧ 機 械 寸 法	2,800W×3,000L×3,000H
⑨ 操 作 盤	100W×500L×1,700H

第3図 無菌充填包装機の無菌エアースキーム¹⁵⁾

完全に無菌状態になっている。この包装機本体が第3図のようにクリーンブース¹⁵⁾に覆われ、上面全体に設置した HEPA フィルターより清浄な空気をダウンプローさせ、包装機下部よりビンールカーテン内に放出される。

3.3 無菌包装材料

ロングライフミルク、果汁飲料やコーヒー用ミルクなどの無菌充填包装機には、過酸化水素殺菌装置が組み込まれている。

一般に、過酸化水素 (H_2O_2) は、常温で次のように分解し、発生期の酸素ができる。

この発生期の酸素により微生物の発育を阻止するといわれている。包装材料に付着している好気性芽胞形成細菌の過酸化水素 (30°C, 30%) による死滅時間については、*Bacillus polymixa* の細菌胞子は、最短時間 15 分、最長時間 20 分で死滅するが、*Bacillus stearothermophilus* は 1~5 分の短時間で死滅する。

30% の過酸化水素のとき、加熱温度と細菌の死滅作用について、GERHARD は加熱温度が高くなれば、細菌の死滅は早くなり、30% 過酸化水素を 80~90°C にした場合、*Bacillus stearothermophilus* の胞子も 10 数秒で死滅すると報告している。

第7表 ベアフレックス® AS-2 の物性¹⁵⁾

項 目	単 位	ベアフレックス AS-2	ドライラミ品
材 料 構 成	外 層 芯 層 内 層	特殊 Ny EVOH PE	K-ONy PE
厚 み	μm	100	88
酸 素 透 過 度 30°C, 70% RH	ml/m ² ·24hr·atm	10	12~17
破 断 強 度 23°C	kg/mm ² L T	4.6 3.6	5.4 5.6
破 断 伸 度 23°C	% L T	630 590	85 89
引 裂 強 度 23°C	g·cm/cm L T	650 480	24 23
透 明 性	Haze %	3.6	6.9
繰り返し耐落下強度 (水 5 kg) 5°C	70cm 高さ 垂直 水平 (平均落下回数)	23.3 14.1	24.3 1.4

* 30 回で破袋しないものは 30 として計算した。

このように、無菌充填包装機の大部分は、過酸化水素にて包装材料を殺菌しているが、今回、開発された業務用高粘性食品の無菌充填包装機（クレハ AFP）では、包装材料製造時の高温熱を利用して無菌にしている。バリア性無菌包材ベアフレックス AS-2 は、第7表のような物性¹⁵⁾をもっている。また、この包装材料は次のような特徴がある。

（1）内面は完全に無菌である。外面もほぼ無菌である。

（2）ハイバリアー性である。無菌充填包装食品は、常温で長時間流通販売されるので、色素や脂肪の酸化を防ぐために、酸素が透過しにくく、かつ水蒸気の透過しにくい包材が使われる。

（3）落下強度が強い。特殊ナイロンの組み合わせにより落下強度を向上させ、流通、保管時の振動や落下時でも製品が破損しないようになっている。

（呉羽化学工業〈株〉食品研究所）

文 献

- 1) 横山理雄：化学と生物，22，(1) 780 (1984)
- 2) 横山理雄：Food Packaging，30，(5) 51 (1986)
- 3) Aseptic packaging report：Packaging，July，p.80 (1986)
- 4) Packaging News& Trends：Packaging，April，p.12 (1984)
- 5) Packaging News & Trends：Packaging，August，p.14 (1985)
- 6) New packages report：Packaging，January，p.18 (1989)
- 7) 横山理雄：食品工業における技術の進歩（Ⅲ），日本食品工業学会編，光琳，p.121 (1987)
- 8) 横山理雄：最新食品微生物制御システムデータ集，サイエンスフォーラム，p.262 (1983)
- 9) Processing Technology：Food Engineering，March，p.55 (1982)
- 10) Technical Report：Food Engineering，December，p.28 (1981)
- 11) R.JUDY：Food processing，September，p.35 (1989)
- 12) 横山理雄：Food Packaging，28，(5) 64 (1989)
- 13) 沢祐司，児玉健二：Food Packaging，30，(11) 40 (1986)
- 14) M.YOKOYAMA：Packaging Japan，8，Sep. 23 (1987)
- 15) 児玉健二：包装技術，25，(12) 30 (1987)