

高圧処理のいろは

高圧処理の歴史

「圧力」が初めて科学的に取り扱われるようになったのは、17世紀、トリチエリ(Torricelli)、パスカル(Pascal)らによってである。その後、20世紀初頭に、ブリッジマン(P.W.Bridgman)が物性研究の手段として高圧発生技術の開発に着手。高圧下における物質の基本的な性質と個々の物質が示す物性の多様性を明らかにし、1946年ノーベル賞を受賞した。

また、ブリッジマンはすでに1914年に、殻つき卵に500〜600MPa(メガパスカル)の静水圧を施しても、卵殻は割れずに卵黄・卵白が凝固することを報告している。このことは、食品の風味や栄養価を損なわずに、加熱に代わる新しい

食品加工法としての圧力利用の可能性を示唆した。

一方、わが国では1987年に林力丸氏が高圧の食品加工への応用を提唱し、1989年に農林水産省の支援のもとに、食品産業超高压利用技術研究組合が組織されるまで、食品への高圧技術の利用はほとんど省みられることがなかった。その後、高圧による食品加工は、にわかに世界の注目を浴びる

ようになった。

当初は、主としてタンパク質や酵素の圧力変性に関する研究や、微生物の殺菌への研究がなされていたが、研究が進むにつれ、細胞や生体分子レベルでの基礎研究や、バイオテクノロジー、生物物理学、医学、薬学の分野へと広がりをみせている。

食品への応用では、微生物制御とともに、タンパク質の変性、酵素の失活や反応制御、脂質の乳化、含有気体の排除、液体の含浸、組織の結着や破壊などの減少を利用した新しい食感を有する製品の開発が進められている。1

990年には圧力をプロセスに使用する初めての食品としてジャムが誕生し、その後、ジュースや果実加工品が市場に出るようになり、現在では無菌包装米飯をはじめ、高圧を利用した食品群が数多く登場するようになった。

高圧処理装置

図1・2は高圧処理装置の加圧方式に関する模式図である。

図1▼ピストンによる直接加圧方式…実験研究用で小容量・高圧力に適する(写真1)。

図2▼増圧機で加圧流体(水)を押し込む間接加圧方式…食品産業用の実用機に採用され、大容量・低圧処理に適する(写真2)。

どちらの処理機もバッチ処理であり、処理物が固形の場合は軟質樹脂袋などに封入して加圧するのが一般的である。また、耐圧性の確保のため、処理量に比べて装置全体は大型になってしまう。当社では神戸製鋼所製の130ℓ×ツイン装備(ヘッドセル直径420mm×深さ940mm)を改良し、無人自動連続加圧装置としてフル稼働している。

図1 高圧処理装置の模式図 ~直接加圧方式~

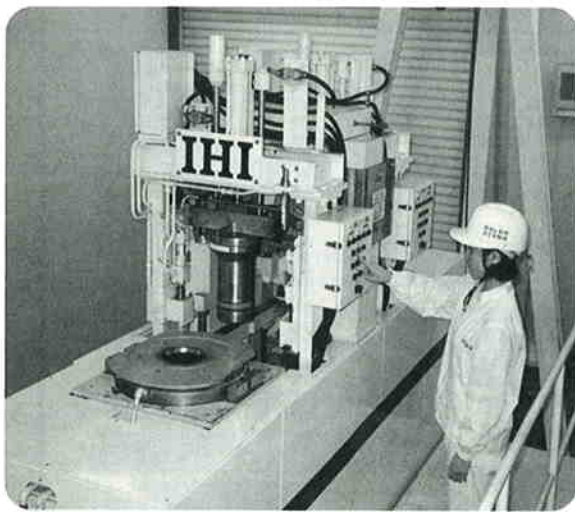
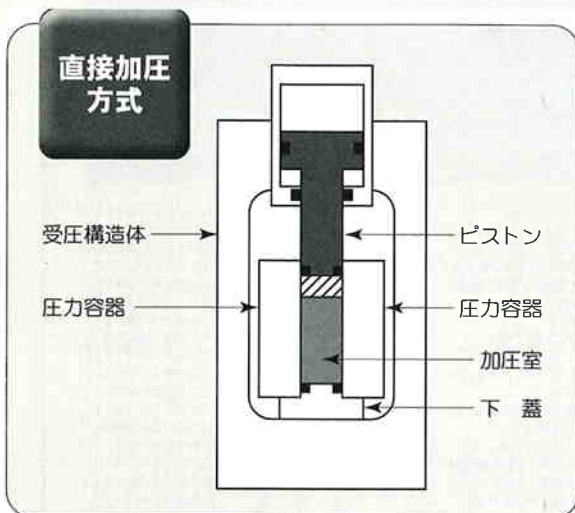


写真1 直接加圧方式の高圧処理装置(実験研究用)

圧力と水の関係

食品への高圧処理における高圧とは、100MPa以上の圧力を指す。100MPaという圧力は、マリアナ海溝の海底(水深約1万m)での水圧とほぼ等しい。それ以上の圧力を加えるということは、自然界に存在し得ない圧力を被処理物へ施すことになる。

圧力を加える対象物には気体・液体・固体がある。食品の場合は、その主成分である水の液体圧縮を考慮する必要がある。水の圧縮率はきわめて小さいため、加圧しても100MPa当たり約3%の容積が減少するにすぎない。なお、水は1000MPa下では30度Cでも水になるので、それ以下の高圧が利用範囲となる。また断熱圧縮によって、100MPa当たり約3度Cほど温度が上昇する。熱が物質の状態変換因子であるのと同様に、圧力も状態変換因子である。

食品加工と圧力

しかしながら、人類の歴史において食品の調理・加工には圧倒的に熱が利

図2 高圧処理装置の模式図 ~間接加圧方式~

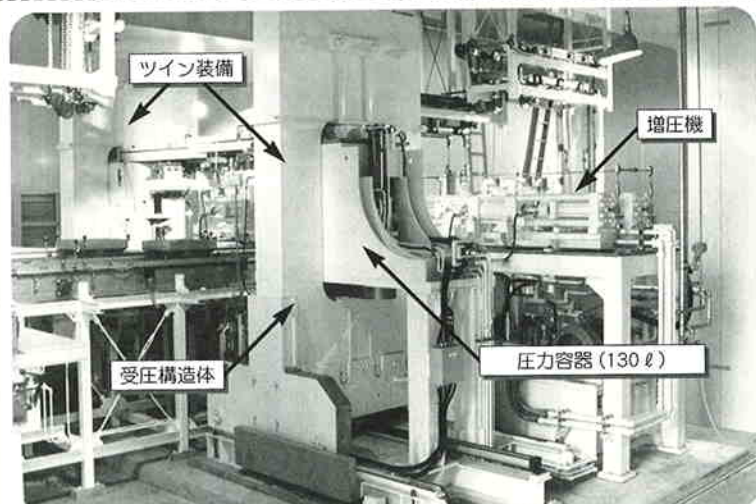
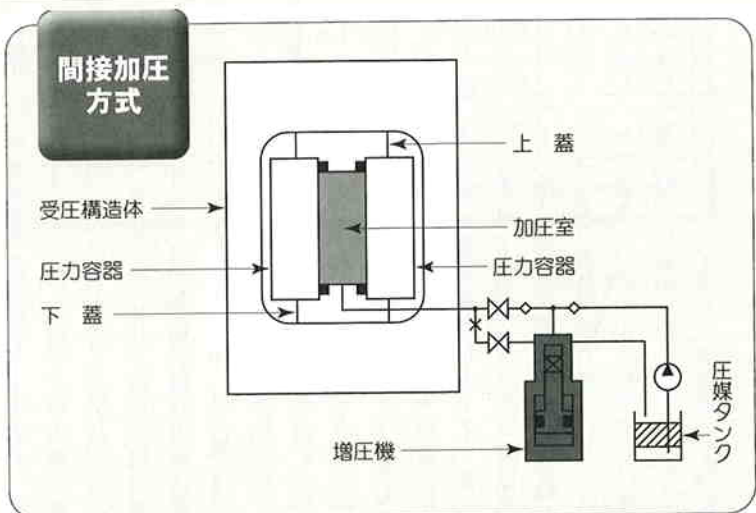


写真2 間接加圧方式の高圧処理装置(食品産業用)

用されてきた。自然界に存在し得ない圧力をつくり出すよりも、熱を利用する方が容易であるからである。では、なぜ圧力を食品加工に使用するのであるのだろうか。それには次のような理由が挙げられる。

- ①200MPa以上の圧力によって細菌、カビ、酵母、ウイルスなどは死滅もしくは損傷する。
- ②400MPa以上の圧力によって多くの酵素の活性が低下する。
- ③1000MPa程度の圧力では、共有結合の切断や生成は起こらないといわれている。

加熱によっても同様の効果が認められるが、圧力による食品加工は栄養素の破壊、異臭の発生および異常物質の生成が少ない。つまり、高圧処理は安全を求め、生の風味を尊ぶ食品に対してはきわめて有効な食品加工技術であるといえる。

さらに、圧力の維持には理論的にはエネルギーが不要で、熱とは異なり食品の内部まで瞬時に圧力が加わる。すなわち、省エネルギーでの処理が可能で、処理時間が食品の形状に左右されず、食品加工・殺菌・保存期間の長期化などが可能なのである。

逆に、熱処理ではできる有用な変化を、高圧処理では期待できない場合もある。たとえば、高圧処理を肉製品に施しても焦げ目をつけることはできないし、香ばしい匂いがすることも無い。つまり、従来の熱処理をすべて高圧処理に替えられるわけではないのだ。

食品分野における高圧処理の効果としては、前述のほかにも次のようなことが挙げられる。

- タンパク質の一種である酵素を失活させ、食品中の有用成分が酵素により分解するのを防止できる。
- 食品組織を適当に破壊することにより酵素が作用しやすくなり、有用成分が増加することが期待される。
- 食品を汚染する微生物の殺菌、寄生虫などの殺菌により、食品の腐敗の防止することが期待される。

以上の効果をふまえて熱処理と高圧処理を併用し、今までにない風味・食感の食品をつくり出す可能性は無限大である。

次回は、前回紹介したイノベーションサイクルに則り、ここに示された道程に従って、高圧処理を利用した無菌包装米飯の商品化について検証してみたい。