

# 冷凍設備について

## 1. はじめに

冷凍設備は、原材料や製品の冷凍・冷蔵、製氷や冷温水製造、作業場の空調など、幅広く利用されており、食品工業において欠くことのできない存在となっています。

冷凍設備で使用されている高圧ガス冷媒には、古くはアンモニアが広く用いられていましたが、毒性や特有の臭気といった性質から、人と接する可能性のある場所での使用には危険性があります。そこで、化学的に安定で、人体に対する毒性がないといった利点をもつフルオロカーボン（フロン）が、多くの冷凍設備で使用されるようになりました。

使用量の多くを占めるようになったフロンですが、オゾン層破壊や地球温暖化など地球規模の気候の変動や、動植物の生態系への影響が問題となったことから、世界的に使用を縮小、廃止の動きが主流となりました。我が国においては昭和63年に「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」が制定され、平成8年までに15種類のフロンが全廃されています。

このような流れから、冷凍設備で 사용되는冷媒についてもフロンから代替フロンや自然冷媒へと徐々に置き換わってきています。自然冷媒の一つであるアンモニア冷媒についても見直されてきました。

ここでは、食品工業で使われている冷凍設備について、いくつか紹介します。

## 2. 直接膨張式冷凍機

高圧ガスを冷媒とする冷凍機の基本形が直接膨張式（図1）という方式です。

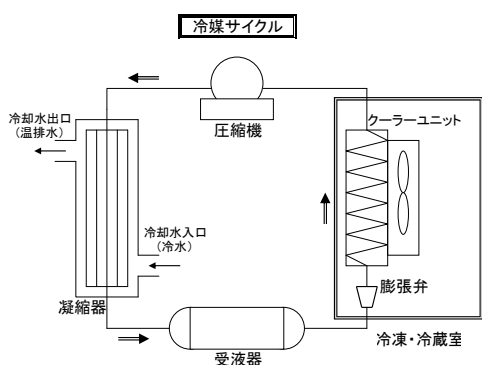


図1 直接膨張式冷凍機

← 冷媒ガスの流れ方向

食品工業の現場においては、製氷工場などでこの方式のアンモニア冷凍機が使われているところがあります。

この方式の冷凍機は、エネルギー効率は優れていますが、冷凍庫内や被冷却物に冷媒配管が配置されるため、冷媒の充填量が多くなります。その上、冷媒にアンモニアを使用した場合には、漏洩した時に人的被害（アンモニア中毒）や被冷却物の汚染が起きる危険性があります。

## 3. 間接冷却式冷凍機

直接膨張式のもつ危険性に配慮し、間接冷却式（図2）が推奨されてきました。高圧ガスの冷媒サイクルで、水やアルコール溶液、塩化カルシウム水溶液などを冷却し、この低温の液体をブライン（二次冷媒）として用いることにより冷凍庫や被冷却物を冷凍・冷蔵するものです。この方式は、冷媒の充填量が直接膨張式に比べて少量でよく、冷媒サイクル部分のパッケージ化が容易で設置や管理がしやすいという長所があります。一方、ブライン送液に係る圧力損失が大きいため高出力のポンプが必要で、条件によってはトータルのエネルギー効率が悪くなる、という短所もあります。

なお、直接膨張式、間接冷却式のいずれの方式も、現在のところ、フロン又は代替フロンを冷媒とした冷凍機が多くを占めています。

## 4. 二元式冷凍機

脱フロンの流れを受け、アンモニア冷

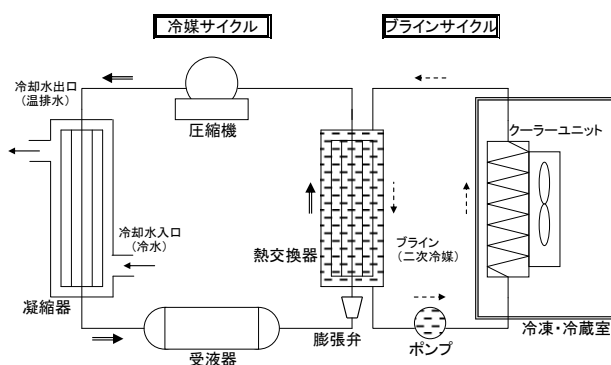


図2 間接冷却式冷凍機

← 冷媒ガスの流れ方向 ←--- ブラインの流れ方向

凍機の欠点を改良した、アンモニア冷媒サイクルに二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）冷媒サイクルを組み合わせた二元式冷凍方式（図3）の冷凍機が開発されています。

この方式は、アンモニアでCO<sub>2</sub>を冷却、液化し、そのCO<sub>2</sub>サイクルによって冷凍庫や被冷却物を冷却するものです。アンモニア側からは間接冷却式であることから、冷凍庫内等でのアンモニア中毒や被冷却物の汚染などの危険性がなくなります。ただし、閉鎖された空間で二酸化炭素が漏洩した場合には、酸欠のおそれがあるため、注意が必要です。

また、二次側のCO<sub>2</sub>冷凍サイクルでは圧縮機を必要とせず、液化CO<sub>2</sub>の粘度がブラインに比べて小さいため、送液時の圧力損失が小さく、ポンプを比較的小型化できます。さらに、間接冷却式では、熱伝達がブラインによる顕熱の出入りのみによるものであるのに対して、二元式冷凍機では液化CO<sub>2</sub>が気化するこ

とによる潜熱の出入りも加わることから、高い冷凍効率を得ることができます。このため、新設される工場や冷凍倉庫を中心に徐々に普及してきています。

### 5. 法規制について

冷凍機に用いられている冷媒ガスの多くは高圧ガス保安法の適用を受けるものです。このため、一定以上の冷凍能力を有する冷凍機を設置する場合には、設置場所を管轄する都道府県知事への事前の届出が必要となり、さらに冷凍能力が大きな冷凍機であれば許可を受けなければならないなどの規制があります。有効かつ安全に冷凍設備を使用する上で、法令の遵守が必須です。

高圧ガス保安法による法規制の概要については「食品工業技術センターニュース」のバックナンバー2009年1月号に解説がありますので、参考にしてください。

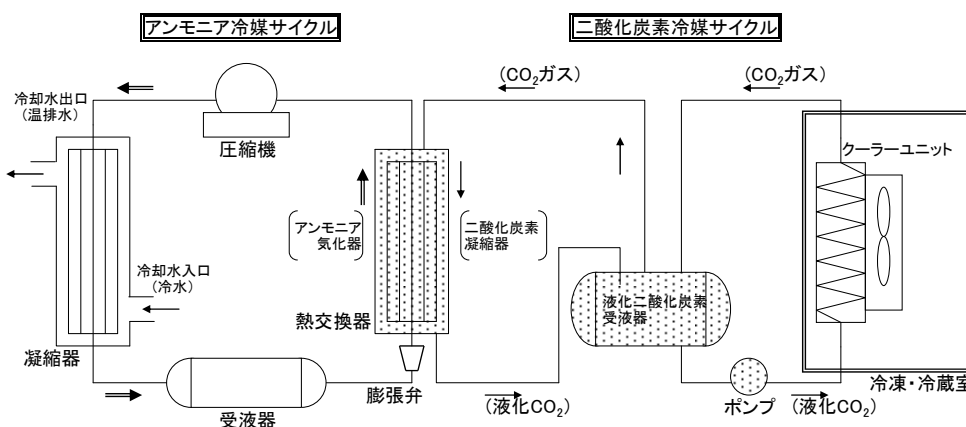


図3 NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> 二元式冷凍機

← アンモニアの流れ方向 ← CO<sub>2</sub>の流れ方向

分析加工技術室長 中莖 秀夫

担当分野： 菓子・パン、清涼飲料、機器分析

愛産研食品工業技術センターニュース (平成23年9月12日発行)

編集・発行

愛知県産業技術研究所食品工業技術センター

〒451-0083 名古屋市西区新福寺町2-1-1

URL: <http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/>

TEL 052-521-9316 FAX 052-532-5791

E-mail: [shokuhin@aichi-inst.jp](mailto:shokuhin@aichi-inst.jp)