



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

IDF ファクトシート 2016年11月

粉乳製品の品質に及ぼす海上輸送温度の影響

このファクトシートの目的は、粉乳製品がドライコンテナで海上輸送されるときに受ける状態、およびそれが製品品質にどのように影響を与えるかについての情報を提供することです。

粉乳製品の輸送

低水分乳製品は、乳の加工処理で水分を除去したもので、常温環境下で保管・輸送が可能な商品として定義されます。これには、ミルクパウダー、ラクトース、カゼイン、ホエイパウダー、乳児用調製粉乳、幼児用調製粉乳、乳タンパク質濃縮パウダー、乳清タンパク質濃縮パウダー、粉乳調製品および無水乳脂肪が含まれます。

乳製品の製造、販売、輸送、および二次加工に関わるすべての組織は、最終消費者が受け取るすべての完成品が安全で、いつも高い品質であること保証し、かつこの品質がサプライチェーン全体で維持されることに責任を負っています。粉乳製品を運ぶドライコンテナが世界的規模で使用されるようになったのは1970年代のことです。ドライコンテナは、冷蔵に必要な設備、燃料、スペースを追加することなく、食品の品質にほとんど影響を与えずに製品移動させるための迅速で効果的、かつ経済的な方法であることが証明されています。

ドライコンテナ内の粉乳製品の温度上昇に影響を及ぼすメカニズム

ドライコンテナで出荷される粉乳製品は、運搬および海上輸送中に最大の温度変動と湿度変動を受けます。ドライコンテナ内の温度変動の主な原因は直射日光です。日中、太陽光に晒されると、コンテナ内のヘッドスペースが最も暑い場所となりますが、夜間にはかなりの温度の低下が起きます。結果、ヘッドスペースの温度は、周期的に

IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

日中 55°C まで上昇し、夜間は 30°C 以下に低下するという変化を示します。しかしながら、製品内部の温度変化は、以下の理由により、かなり少なくなっています。

- ・製品のタイトな積み重ね方、パッケージとラッピングの材質、およびヘッドスペース内の空気の動きが自然対流のみに限定されていることで、空気と製品の相互作用が制限されます。
- ・粉乳製品の高い比熱容量 (1.8 - 2.3 kJ/kg°C) は、製品の温度上昇を引き起こすためには多くの熱量を供給する必要があることを意味しています。
- ・粉乳製品の低い熱伝導率 (0.14~0.27 W / m°C) は、製品内での熱エネルギーの移動が遅いことを意味しています。

ドライコンテナ内のミルクパウダーの温度プロファイル

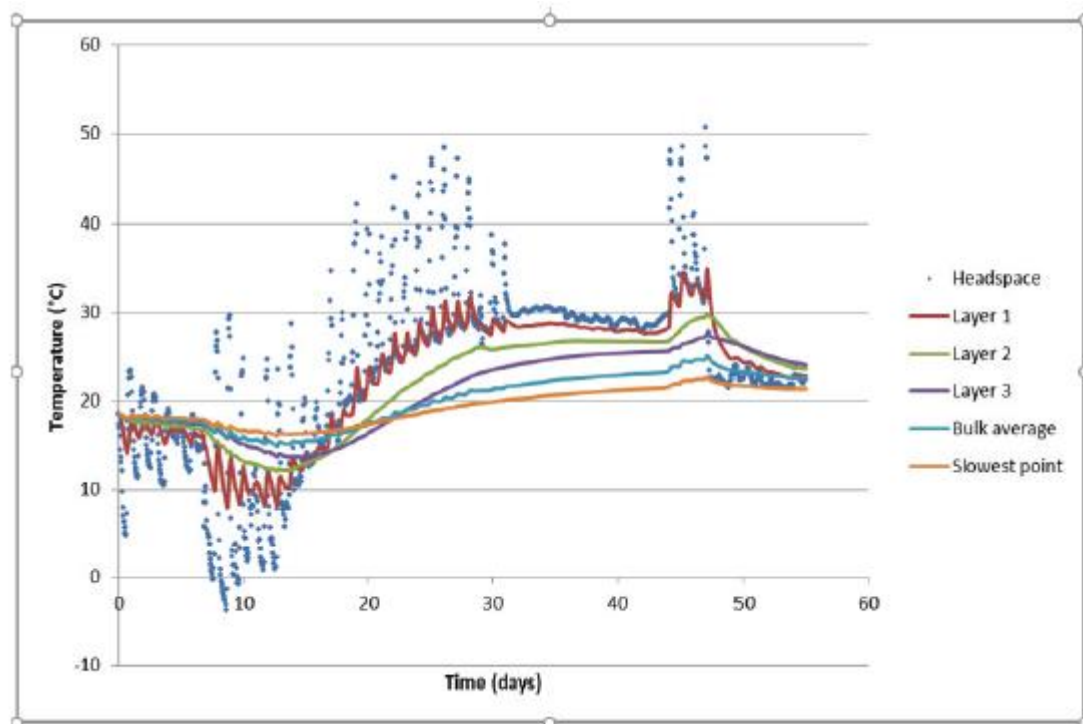


図 1. ニュージーランドからアラブ首長国連邦まで海上輸送されたコンテナ積み粉乳製品のモデル化された温度プロファイル



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

ヘッドスペースに最も近い製品のみが 30° C を超えますが、38° C や 40° C を超える温度にはならないという結果になりました。ヘッドスペースの温度データと数学モデルによる結果を図 1 に示しています。ニュージーランドのデータをこの数学モデルに使用し、60 日間の海上輸送を評価しました。

海上輸送中の粉乳製品が受ける熱による変化は最小限である

微生物による腐敗：

粉乳製品の水分活性は、細菌、酵母、カビが生育できる限界を大幅に下回っているため、微生物の増加による腐敗の危険性はありません。加えて、ドライコンテナ輸送に伴う重大な食品安全上の問題や他の微生物リスクもありません。

官能特性：

現代の製法で製造・包装された粉乳製品には、比較的長い賞味期間（12 または 24 ヶ月が典型的）がついています。しかしながら、30°C を超える温度に晒されている期間は比較的短く、製品の官能特性を著しく変化させるものではありません。

栄養面への影響：

高い製品温度で短期間保存された場合の栄養面への影響が評価されてきましたが、重要ではありません。脂肪、タンパク質およびミネラル類については、製品の受けた温度によって影響がでるということは知られていません。ミルク中に存在するビタミンのうち、リボフラビンおよびビタミン B12 を除き、すべて比較的低い濃度で存在すると考えられています。リボフラビンは保存中安定であることが示されています。ビタミン B12 のレベルは粉乳製品において自然に減少することが知られていますが、ドライコンテナ輸送の間の減少率は明らかにはなっていません。適切な条件下（光が当たらない、最小の酸素、低湿度）で保管されたミルクパウダーは、全体的にみれば損失はわずかでしょう。

固化と褐変化

粉の固化は、比較的高レベルの非結晶乳糖を含有する粉乳製品（主にミルクパウダー）において生じます。しかし、一般的にこの固化現象は、これらの粉製品が 7 日間以上 40°C を超えるときに発生します。メイラード反応による褐変化は、水分含有量



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation

JAPAN



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> / ファクトシートより

4%w/w 以下のミルクパウダーが 40℃以下で保管されている場合には起きません。粉乳製品が 5 日から 10 日以上、45℃または 50℃を超えた場合にのみ、その危険性があると考えられています。ドライコンテナ輸送から粉の固化やメイラード反応による褐変化といった欠陥が発生するのは、きわめて稀な出来事です。

ドライコンテナ輸送中の湿度の影響

ヘッドスペース内の空気に含まれる水分の製品への移行は、現代のパッケージが有する防湿特性によって非常に緩慢なものとなっています。吸湿とそれによって起こる製品の損失は、比較的短期間の海上輸送（典型的には 2~6 週間）においては、重大な懸念事項にはなっていません。環境条件によってコンテナ内部に結露が生じるリスクがある場合、コンテナのヘッドスペースに吸水乾燥剤を設置することは、「コンテナの雨（結露）」を緩和するためのオプションとして有益な方法です。

粉乳製品の常温輸送は、製品の品質を維持するのに十分である

このファクトシートに記載されている技術情報は、温度管理といった措置が高い品質基準が維持されることを保証するための技術的な根拠とはならないことを示しています。さらに、温度管理に必要な要件を導入していけば、コストアップとなり、海上輸送時の環境への影響を増大させるでしょう。冷蔵コンテナ輸送のような温度管理は、製品品質のメリットとなることが示され、必要とされる場合に限り実施するのが適切です。大半の粉乳製品にとっては、常温輸送だけで製品が劣化することなく予定された目的地に確実に到着することが保証されています。

翻訳：JIDF 微生物・衛生専門部会（山本委員）

編者注：仮訳の正確性、完全性、有用性等についてはいかなる保証をするものではありません。参考資料として扱い、内容に疑義が生じた場合は英文の原文をご確認ください。



国際酪農連盟日本国内委員会

Japanese National Committee of International Dairy Federation



IDF ホームページ / <http://www.fil-idf.org/> ファクトシートより