

Sample storage and management

サンプル保存用チューブの気密性を高める 優れたガスケット材料

キーワード

凍結保存、気密性、TPVガスケット、Oリングガスケット

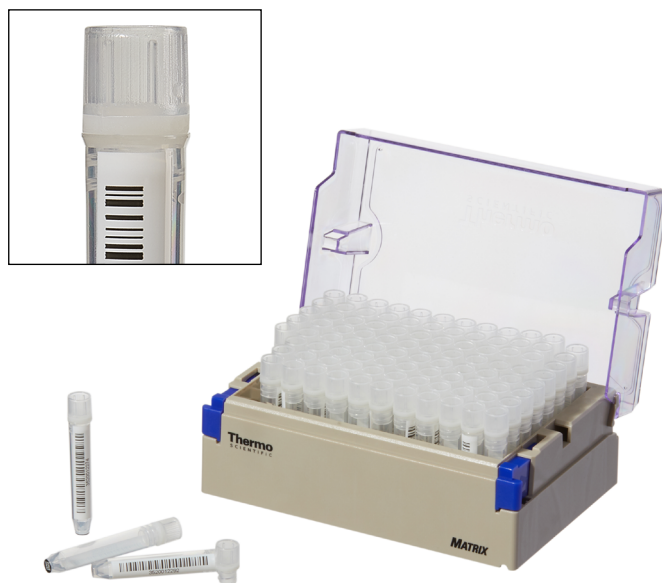
要旨

さまざまな温度範囲にあってもサンプルを適切に保存することは重要であり、そのためにはサンプル保存用チューブの気密性が欠かせません。チューブの気密性は、サンプルを適切に維持し、チューブの外部からの汚染を防ぎます。広く使用されているスクリーキャップ (以下、キャップ) には、主にOリングガスケット付きキャップと、熱可塑性加硫ゴム (TPV) ガスケットを使用したガスケット一体型キャップがあります。本アプリケーションノートでは、TPVガスケットを使用したキャップの凍結保存時の性能についてご紹介します。

はじめに

サンプルを汚染から守るためには、サンプル保存容器の気密性が非常に重要です。特に、サンプルを-196℃という超低温で長期間保存する場合には、気密性が不可欠です。凍結保存用チューブをはじめとする多くのサンプル保存用チューブでは、極低温で気密性を維持するために、チューブとキャップの間に柔らかい素材のガスケットが使用されています。通常、このガスケットはリング状のシリコン製で、キャップのネジ山の内側 (雄ネジ) または外側 (雌ネジ) の合わせ面に配置されます。

シリコンガスケットは、チューブとキャップの合わせ面に圧縮して形状を合わせることができ、適切に締め付けると隙間がなくなります。しかし、シリコンは柔らかいため、キャップを締め付ける際に過度の力が加わると、ガスケットが合わせ面に完全に接触しない箇所が残ってしまい、気密性が損なわれることがあります。したがって、シリコンガスケットが使用されたキャップを締め付ける際には注意が必要です。



Thermo Scientific™ Matrix™ Tri-codeチューブ 1.0 mL
(製品番号 3741-WP1D)

チューブ側面にバーコードと目視可能文字、チューブ底面に二次元コードが付いたサンプル保存用チューブ

TPVは、シリコンやその他のゴム材料の代替として、さまざまなシールやガスケットの用途に使用されています。Thermo Scientific™ ブランドの多くのサンプル保存用チューブでは、2006年からTPVガスケットが採用されており、液体窒素の気相での長期使用に成功しています。TPVは、ゴムの弾性特性と圧縮特性を備えた熱可塑性エラストマー（TPE）の一種です。シリコンとは異なり、TPVはプラスチックと一体成形ができます。一体成形とは、異なる材料を一体化する製造プロセスです。TPVとキャップと一緒に成形されることで、物理的かつ化学的に強固に結合します。これにより、接合部に隙間がなくなり、ガスケットが締め付け時に押し出されるのを防ぎ、チューブの気密性が向上します。さらに、TPVはシリコンよりもガス透過性が低いため、サンプルの蒸発を低減します¹⁾。

この試験では、TPVガスケットを使用した4種類のサンプル保存用チューブについて、新しいチューブと古いチューブの両方を対象に、凍結・融解を複数回繰り返した後のサンプルの漏れと蒸発を調べました。

材料と方法

サンプル保存用チューブの準備

4種類のサンプル保存用チューブを使用しました。

- Thermo Scientific™ Matrix™ 2Dチューブ スクリュートップ 0.2 mL (製品番号 3748)
- Thermo Scientific™ Matrix™ 2Dチューブ スクリュートップ 0.5 mL (製品番号 3744)
- Thermo Scientific™ Matrix™ 2Dチューブ スクリュートップ 1.0mL (製品番号 3741)
- Thermo Scientific™ Nunc™ユニバーサルチューブ アウターキャップ 1.8 mL (製品番号 374500TS)

古いサンプル保存用チューブは、新しいチューブを老化試験機の中に50 °Cで10週間置くことで、製造から5年経過した状態を再現しました。

リークテスト

上記で準備したサンプル保存用チューブに脱イオン水（色素含む）を満し、Thermo Scientific™ 8chスクリューキャップ用デキャッパーMatrix™タイプ（製品番号 4105MAT）とThermo Scientific™ 8chスクリューキャップ用デキャッパーNunc™タイプ（製品番号 4105NUN）を使用してキャップを締め、一定のトルク値を維持しました。そして、チューブを逆さにし、真空装置を用いて水銀5インチ（inHg）の真空圧で30分間リークテストを行いました。ガスケットの外側に水分が認められた場合、不合格と判定します。

凍結・融解サイクル

適量を充填したチューブを液体窒素で一晩凍結させました。翌日、チューブを液体窒素から取り出し、一晩かけて融解しました。約24時間後にリークテストを行い、再び液体窒素に戻しました。これを10回繰り返しました。各サイクルでリークの有無を記録し、漏れが認められたチューブは可能であれば再度キャップを締め直して液体窒素に戻しました。

蒸発テスト

適量を充填したチューブは、凍結する前にリークテストと重量測定を行いました。チューブは一晩液体窒素に保管し、翌日（0日目）に取り出しました。その後30日間、5日ごとにチューブの重量を測定しました。各時点でのチューブの重量を0日目の重量と比較し、その差は蒸発によって失われた量を示しています。蒸発テストは、サンプルの蒸発が最も起こりやすい室温で実施され、凍結・融解サイクルに従ってキャップにストレスを与えました。

結果と考察

凍結・融解サイクル中のチューブとキャップの気密性

新しいチューブと古いチューブの両方で、凍結・融解テスト中に破損はほとんど認められませんでした。新しいチューブでは、0.5 mLのMatrix 2Dチューブ スクリュートップ（以下、Matrix 2Dチューブ）1本だけが、キャップの緩みによる漏れが認められました。この緩んだキャップは再度締めて試験サイクルに戻されましたが、その後の漏れは認められませんでした。古いチューブでは、1.0 mLのMatrix 2Dチューブ1本が1サイクルの間に破損しました。これは、リークテスト中にチューブを逆にした際、キャップに残った残留水が凍結膨張したためと推定されます。このことから凍結保存前にはチューブを直立させ、サンプルがチューブの底にあることを確認することをお勧めします。古い1.8 mLのNuncユニバーサルチューブアウターキャップ（以下、Nuncユニバーサルチューブ）では、1本がリークテストに不合格でした。キャップを締め直し、チューブを試験サイクルに戻しましたが、その後の漏れは認められませんでした。全てのグループの結果を表1に示します。

表1. 10サイクルの凍結・融解で漏れが認められた本数

チューブの種類	新しいチューブ	古いチューブ*
Matrix 2Dチューブ 0.2 mL	0	0
Matrix 2Dチューブ 0.5 mL	1	0
Matrix 2Dチューブ 1.0 mL	0	1
Nuncユニバーサルチューブ 1.8 mL	0	1

n=60、Matrix 2Dチューブ

n=30、Nuncユニバーサルチューブ

※ 老化試験機で製造から5年経過した状態を再現

サンプルの蒸発

TPVはガス透過性が低いため、保存中のサンプルの蒸発を防ぐのに理想的なガスケット素材です。シリコンガスケットとTPVガスケットを使用したチューブを比較した結果、TPVガスケットがサンプル蒸発を抑える点で明らかな優位性が認められました。シリコンガスケットを使用したチューブは、30日間の保存期間後の各チューブからの蒸発量が14 μL 未満と良好な結果を示しましたが、TPVガスケットを使用したチューブでは同じ保存条件下で1 μL 未満とさらに優れた密封性を示しました (図1)。

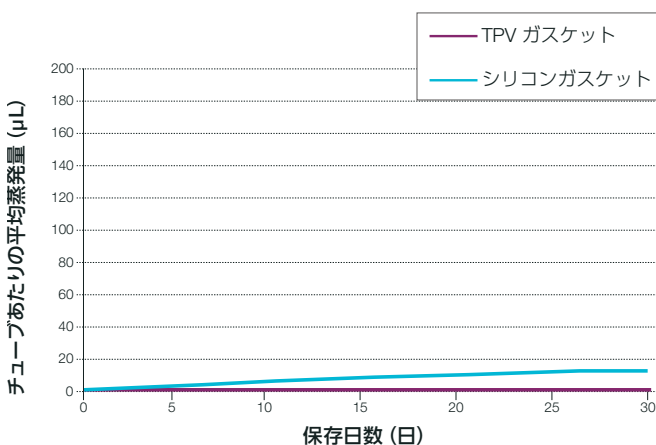


図1. TPVまたはシリコンガスケット/キャップのチューブを用いた室温での平均サンプル蒸発量

まとめ

- TPVガスケットは一体成型のため、凍結・融解サイクルを繰り返してもサンプルへの影響を最小限に抑えます。
- TPVはガス透過性が低いため、保存中の蒸発によるサンプルの損失を抑えることができます。
- 画期的なキャップデザインと優れたガスケット素材により、当社のサンプル保存用チューブはサンプルの長期保存に適しています。

参考文献

- [1] Velderrain, M. Moisture Permeability of Silicone Systems – Case Study #1: Water Vapor Transmission Rate as Influenced by Durometer, Silica, and Organic-Siloxane Group. NuSil Technology, Carpinteria, CA

Ordering information

製品番号	製品仕様	包装
3748	Matrix 2Dコード付き スクリュートップ 200 μL キャップ付き ラック入り 滅菌済	96本 × 5ラック
3744	Matrix 2Dコード付き スクリュートップ 0.5 mL キャップ付き ラック入り 滅菌済	96本 × 5ラック
3741	Matrix 2Dコード付き スクリュートップ 1.0 mL キャップ付き ラック入り 滅菌済	96本 × 5ラック
3741-WP1D	Matrix 2Dコード/バーコード/目視可能文字付き スクリュートップ 1.0 mL キャップ付き ラック入り 滅菌済	96本 × 5ラック
374500TS	Nunc 2Dコード付き アウターキャップ 1.8 mL キャップ付き ラック入り 滅菌済	48本 × 10ラック
4105MAT	8ch スクリューキャップハンディデキャッパー Matrixタイプ	一式
4105NUN	8ch スクリューキャップハンディデキャッパー Nuncタイプ	一式

資料請求・お問い合わせはこちら thermofisher.com/jp-storage

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。これらの製品は一般的なラボでの使用を目的としています。製品の性能がお客さまの用途やアプリケーションに適しているかどうかはお客さま自身でご確認ください。

© 2024 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.

実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。

価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。

標準販売条件はこちらをご覧ください。 thermofisher.com/jp-tc LSP105-A24070B

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

お問い合わせはこちら thermofisher.com/contact

thermo scientific