

Thermo Scientific Nalgene HDPEボトルおよび他社製品の金属含有量の分析

著者

Robert Scott, Joseph Granchelli

キーワード

ボトル、HDPE、金属含有量

目的

Thermo Scientific™ Nalgene™ プラスチックボトルの極めて低い金属含有量の確認

要旨

多くの状況で、試薬、中間体および製品の溶液保持にはプラスチックボトルが使用されています。そのような場面では、ボトルが完全に容器としてのみ機能し、ボトルとの相互作用による内容物の変化が生じないことが極めて重要です。多くの場合、プラスチック樹脂には特定の金属が低濃度で含まれており、プラスチックの性質上、これらの金属が多くの溶媒によって樹脂から抽出される可能性があります。複数の異なるブランドの高密度ポリエチレン (HDPE) ボトルの金属含有量を調べた結果、Thermo Scientific™ Nalgene™ HDPEボトルの金属含有量が他社製品よりも低いことが示されました。したがって、金属コンタミネーションが問題となる試薬にはNalgeneボトルの使用をお勧めします。

はじめに

プラスチック樹脂製の容器は、さまざまな場面で幅広い種類の物質の保持に使用されています。

特に生物学や化学の分野では、高価な試薬、中間体または製品、もしくは高感度アッセイに使用する重要な成分などの物質もプラスチック樹脂製の容器に保管されます。

これらの物質の中には、プラスチック中に認められる反応性化合物がたとえ低濃度であっても、極めて大きく影響されるものもあります。そのような場合、容器の性能として、密封性の維持だけではなく、内容物を変化させないことも重要なポイントとなります。プラスチック容器は、一般的に試薬や製品の保管のための安価なソリューションとして使用されていますが、低品質の容

器ではコンタミネーションによって高価な内容物が損失し、長期的にはコストが高くなる可能性があります。そのため、このような容器では容器内の溶液に有害な物質が溶出しないということが、品質の一部として求められます。プラスチック製の樹脂には一定量の金属が含まれている場合が多く、通常プラスチック容器内に保存される多くの溶液がそれらの金属と容易に反応する可能性があるため、金属コンタミネーションは特に注目すべき問題です。そこで、複数の異なるブランドのHDPEボトルとNalgeneボトルで、金属およびその他の夾雑物の含有量を比較しました。



実験内容

金属含有量は誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) により評価しました。

サンプル調製

各ブランドについてそれぞれ3本のボトルの試験を行いました。各ボトル本体の一部 (約200~250 mg) を、洗浄したジルコニア刃のナイフを使用して切り取りました。各プラスチック片を洗浄用のポリプロピレン製の遠沈管内に直接設置し、切断工程で生じる表面汚染物質を除去するための洗浄を行いました。2% 硝酸 (HNO_3 、Fisher Chemical™ Optima™ グレード) と超純水 ($18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$) の溶液を約2 mLを各遠沈管に加えました。遠沈管を約1分間振とうした後、2% HNO_3 をサンプルから洗い流しました。サンプルと遠沈管を超純水で2回洗浄し、遠沈管内でサンプルを室温乾燥させました。

サンプルの分解

洗浄および乾燥させたサンプルをPTFE分解容器中に秤量し、硝酸 (3.5 mL) およびFluka™ TraceSELECT™ Ultraグレードの30%過酸化水素溶液 (H_2O_2 、1.5 mL) を各容器に添加しました。容器を密封し、マイクロ波分解装置中で190 °Cに加熱しました。

容器を冷却した後開封し、内容物を洗浄し、秤量済みの60 mLのNalgene LDPEボトルに移しました。分解したサンプルを超純水で約50 gに希釈しました。比較として、Nalgene LDPEボトルの2サンプルも分解しました。3本のプラスチックボトルの追加部分について添加回収試験を実施しました。分解前に、既知量の各対象元素 (水銀を除く) サンプルの標準物質溶液をサンプルに添加しました。未添加サンプルと添加サンプルの結果を比較して、回収率を算出しました。これらの回収率の結果を表1に示します。

容器ブランク (空の容器を分解試薬と共にマイクロ波処理) を調製してサンプルと共に分析し、容器および試薬のバックグラウンドを確認したところ、無視できる程度でした。

標準物質調製: 装置のキャリブレーション用の標準物質は、市販の単一および複数の元素溶液 (高純度標準物質) を使用して調製しました。正確な濃度値を算出するために、標準物質を重量測定によって各段階で秤量して調製しました。2% HNO_3 を希釈液として使用しました。全ての対象元素 (水銀を除く) が含まれるように、異なる5つの濃度で4種類の標準物質を使用しました。分解したポリマーのサンプルを、分析用に超純水で2倍に希釈しました。特定の元素が非常に高濃度で含まれるサンプルについては、さらに希釈して再分析を行いました。内標準物質スカンジウム、インジウム、タリウムを全てのサンプルおよび標準物質に添加しました。この内標準物質を使用して、装置のマトリックス効果を補正しました。

機器分析: 全てのサンプルは、VG Axiom高分解能ICP-MSを使用して分析しました。全サンプルの分析には合計4回の装置の検査が必要でした。各検査において、ICP-MSのキャリブレーションに必要な標準物質分析のためブランクおよびQC標準物質の分析を行い、バックグラウンドをモニターして正確な装置応答の持続性を確認しました。水銀のキャリブレーションには、タリウムの応答および以前に測定した応答係数に基づく計算を使用しました。このため、水銀の検出限界は半定量的な値となっています。水銀が検出されたサンプルはありませんでした。ポリマーサンプルの結果は、ppb単位、すなわち固体プラスチックに対する10億分の1重量 (ng/g) で示します。

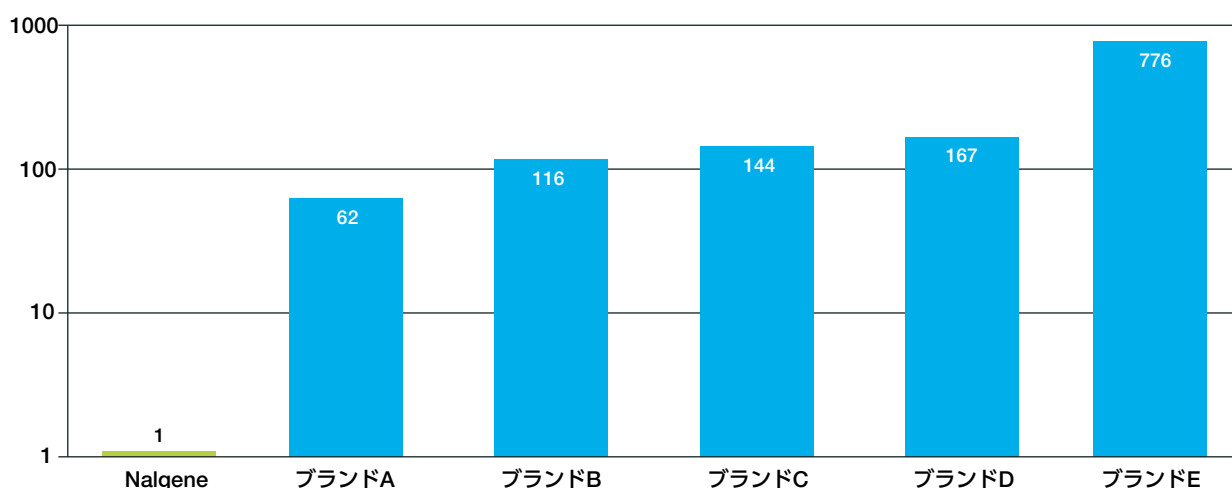


図1. さまざまなブランドのHDPEボトルに含まれる金属の総含有量 (ケイ素およびリンを含む) (ppm)。Y軸は対数値です。

結果および考察

250 mLと500 mL容量のプラスチックボトルについて、いくつかの金属およびケイ素、リン、アンチモンの含有量を分析した結果、Nalgeneボトルの総金属含有量が、含有量の最も低い他社製品と比べてもはるかに低いことが明らかになりました。ケイ素とリンを含めた場合、コンタミネーション率が最も近い他社製品でも、Nalgeneボトルと比較すると含有量は1桁以上高くなっていました(図1)。元素ごとに見ると、Nalgeneボトルは検査を行った17元素中12元素で最小値(または検出限界未満)を示し、残りの4元素もほぼ最小値となっていました(表1)。さらにNalgeneボトルは、生物学的毒性を有する鉛と水銀も検出限界を下回っていました。一方、他社製品のいくつかでは、試験を行った物質の一部または多くのコンタミネーションレベルがNalgeneボトルより数桁高くなっていました。さらに、Nalgeneボトル中では数ppmしか検出されない汚染物質が、数十〜数百ppmの範囲で測定されているケースも見られました。

ただし、今回得られたレベルは、試験で使用した分解工程の性質上、ボトル内容物中で通常検出される可能性の高いレベルよりも高くなっています。この試験では、プラスチックから抽出される可能性がある全ての金属の最悪な場合を示しています。しかし、診断に使用される容器や特殊包装は高感度の分析化学や重要なアッセイ用の試薬の中間保存に使用されることが多いた

め、汚染物質のレベルを知ることは重要です。このようなアプリケーションでは、特定の金属がたとえ低濃度であっても結果に影響を与える可能性があります。例えば、カルシウム、マグネシウムおよび亜鉛は、タンパク質沈殿や酵素不活化を引き起こす可能性があります。また、鉄とマンガンは過酸化水素を分解する可能性があるため、ペルオキシダーゼ反応試薬の包装に使用されるボトルからこれらの金属が溶出するとアッセイ感度が低下する可能性があります。血中のカルシウムやマグネシウムの濃度の検査に使用される試薬もこれらの金属によるコンタミネーションの影響を受けやすく、検査結果に影響が出る可能性があります。Nalgeneボトルの製造に用いられるプラスチック樹脂と、成形に使用される工程やツールはいずれも品質が高いため、Nalgeneボトルの金属含有量は非常に低くなっています。したがって、汚染物質の影響を受けやすい状況では、Nalgeneボトルを使用することで、プラスチックボトル内に保存された試薬を使用するアッセイの完全性を維持できるという大きな利点が得られます。

結論

検出される金属の量が極めて低いことから、Nalgene HDPEボトルの製造に使用される樹脂および工程がいずれも高品質であることを示しています。

表1. 複数のHDPEボトルから切り取ったサンプルから抽出した物質の濃度 (ppb、10億分の1) 。<LODは、サンプル中の物質含有量が検出限界未満であることを示しています。

	Nalgene、 500 mL HDPE	ブランドA、 500 mL HDPE	ブランドB、 500 mL HDPE	ブランドC、 500 mL HDPE	ブランドD、 250 mL HDPE	ブランドE、 500 mL HDPE
ナトリウム (Na)	<LOD	<LOD	393	218	<LOD	167
マグネシウム (Mg)	<LOD	26	37	8,454	740	109
アルミニウム (Al)	383	311	2,702	9,457	12,949	392
ケイ素 (Si)	147	46,136	96,050	10,050	267	137,981
リン (P)	152	13,285	15,377	20,251	88	142
カルシウム (Ca)	<LOD	164	85	93,308	122,537	423
チタン (Ti)	466	1,177	15	1,544	29,447	198
クロム (Cr)	<LOD	770	1,229	3	117	1,991
鉄 (Fe)	68	55	45	258	513	235
ニッケル (Ni)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	70	111
亜鉛 (Zn)	<LOD	22	163	110	249	634,080
モリブデン (Mo)	<LOD	<LOD	6	<LOD	9	<LOD
カドミウム (Cd)	3	<LOD	4	<LOD	<LOD	<LOD
スズ (Sn)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
アンチモン (Sb)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	7	<LOD
水銀 (Hg)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
鉛 (Pb)	<LOD	<LOD	<LOD	1	6	8
合計	1,220	61,946	116,107	143,652	167,000	775,836

研究用에만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。
製品の性能がお客様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様自身でご確認ください。
© 2023 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.
Fluka and TraceSELECT are trademarks of Honeywell International Inc.
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 **LSP079-A23070B**

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

テクニカルサポート ☎ 0120-477-392 ✉ jptech@thermofisher.com

オーダーサポート TEL : 03-6832-9260 FAX : 03-6832-9261

営業部 TEL : 03-6832-9270 FAX : 03-6832-9271

 facebook.com/ThermoFisherJapan  [@ThermoFisherJP](https://twitter.com/ThermoFisherJP)

thermofisher.com

thermo scientific