

資料

使い捨て手袋の金属溶出試験結果

古賀敬興

NBR 製 5 種、PCV 製 1 種、NR 製 1 種の使い捨て手袋について超純水及び 2% 硝酸を用いた金属元素溶出試験を行った。NBR 製は 2% 硝酸条件で Al (27) : 0.007 mg/L ~ 0.4 mg/L、Zn (66) : 0.3 mg/L ~ 3 mg/L の溶出が確認された。一方 PCV 製では 2% 硝酸条件で Zn (66) : 0.1 mg/L と NBR 製よりも低い溶出量であり、他元素の溶出は確認できなかった。NR 製は Al (27) : 0.3 mg/L、Zn (66) : 3 mg/L であり溶出量は NBR 製と同程度であった。Zn の溶出は、加硫促進助剤としてゴム製品に広く使用される ZnO に由来するものと考えられた。使い捨て手袋が Zn の汚染源となり得るため、Zn の微量分析を行う際には特に注意する必要があることが確認できた。

[キーワード：使い捨て手袋、溶出試験、金属、コンタミネーション]

1 はじめに

公共用水域における環境基準及び要監視項目、排水基準、水道水質基準では、カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、砒素 (As)、セレン (Se)、亜鉛 (Zn)、ニッケル (Ni)、モリブデン (Mo)、アンチモン (Sb)、マンガン (Mn)、ウラン (U)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、アルミニウム (Al) 等の金属元素について基準値や指針値が設定されている。当所では公共用水域をはじめ、排水や地下水、ミネラルウォーター類など様々な検体について金属元素の微量分析を行っており、そのコンタミネーションの低減に取り組んでいる。

分析では様々な器具・用具を用いるが、そこからの測定対象物質の混入はコンタミネーションを考える上で重要である。和久井ら (2001) は使い捨て手袋に対して、食品衛生法に準拠した 4% 酢酸を用いた溶出試験を行っており、アルミニウム (Al)、Cu、Zn などの溶出を確認している¹⁾。溶出する金属元素の種類や量は製品ごとに違いがあると考えられるため、各実験室で実際に使用している用具を用いた試験が必要である。また、金属分析では硝酸を主に用いることから、硝酸に対する溶出について確認する必要があると考えられた。

以上から、硝酸に対する使い捨て手袋からの金属溶出について、その有無と程度の大きさに関する情報を得ることを目的とした金属溶出試験を実施したためその結果を報告する。

2 試験方法

2・1 対象

福岡県保健環境研究所 (〒818-0135 太宰府市大字向佐野 39)

2・1・1 試料

対象とした使い捨て手袋は、ニトリルゴム (NBR) 製 5 製品 (NBR 1~5)、ポリ塩化ビニル (PVC) 製 1 製品、天然ゴム (NR) 製 1 製品の合計 7 製品である。

2・1・2 測定元素

通常の業務において ICP-MS を用いて測定している Cd、Pb、As、Se、Zn、Ni、Mo、Sb、Mn、U、Fe、Cu、Cr、Al に加え、ミネラルウォーター類における基準設定項目であるバリウム (Ba) を測定元素とした。

2・2 試験条件

2・2・1 試薬等

超純水は ADVANTEC 製 RFU665DA で調製したもの (比抵抗 : 18.2 MΩ·cm、TOC : ≤ 1 µg/L) を用いた。溶媒には、硝酸を超純水で希釈し 2% 硝酸としたものと超純水を使用した。内部標準用インジウム溶液は、1000 mg/L インジウム標準液 (ICP 分析用) を超純水及び硝酸で 0.01 mg/L (2% 硝酸) に調製したものを使用した。硝酸は有害金属測定用を用いた。試薬はいずれも富士フイルム和光純薬 (株) 製である。標準系列調製には 10 mg/L 混合標準溶液 (ジーエルサイエンス (株) 製、特注混合試薬) を超純水および硝酸で 2% 硝酸となるように段階的に希釈したものを使用した。

2・2・2 溶出条件

当所で行う金属分析では主に硝酸を用いることから、溶出試験に用いる溶媒は 2% 硝酸を用いた。分析操作でコンタミネーションを考慮するとき重要となるのは手袋の外側表面であることから、手袋外側だけが接液するようにした (図 1)。各使い捨て手袋について、溶媒に超純水及び 2% 硝酸を用いた試験 (n=3) を実施した。また、操作

ブランクとして、使い捨て手袋を浸漬しない同様の試験 (n = 3) を実施した。

詳細な条件は以下のとおりである。ポリプロピレン (PP) 製 500 mL ボトルに超純水又は 2% 硝酸 50 mL を入れ、図 1 のように手袋を被せた上から蓋をし、10 回激しく振とうし溶媒と手袋を接触させ溶出液とした。その溶出液 1 mL 及び 50 μ L を PP 製遠沈管に取り、超純水を加えて 10 mL (それぞれ 10 倍及び 200 倍希釈) とした後、硝酸 0.2 mL と 0.01 mg/L インジウム溶液を加え測定サンプルとした。

2・3 分析方法

測定には ICP-MS Agilent 7900 (Agilent Technologies 製) を用いた。測定条件は、高周波出力 : 1.4 kW、キャリアガス流量 : Ar 1.0 L/min、補助ガス流量 : Ar 0.8 L/min、コリジョンガス : He ガス、コリジョンガス流量 : 7.5 mL/min、測定質量数 : Al (27), Cr (52), Mn (55), Fe (56), Ni (60), Cu (63), Zn (66), As (75), Se (82), Mo (95), Cd (111), In (115), Sb (121), Ba (137), Pb (208), U (238) とした。検量線の濃度範囲は 0.0005 mg/L ~ 0.025 mg/L とした。

3 試験結果

溶出試験結果を表 1 に示す。元素ごとの結果に着目すると、Cr (52), Mn (55), Ni (60), Cu (63), As (75), Se (82), Mo (95), Cd (111), Sb (121), Pb (208), U (238) は超純水及び 2% 硝酸どちらの条件でも溶出は確認できなかった。一方で Ba (137) は 2% 硝酸で、Al (27), Fe (56), Zn (66) は 2% 硝酸及び超純水で溶出が確認された。特に Zn (66) は PVC の超純水条件を除く全ての条件で溶出が確認され、他の 2% 硝酸で溶出が確認された元素と比べても数 mg/L 程度と高い濃度であった。ゴム製品では、加硫促進助剤として ZnO が広く使用されており²⁾、これが溶出した結果であると考えられた。

次に手袋の材質ごとの結果に着目すると、NBR 製は 2% 硝酸条件で Al (27) : 0.007 mg/L ~ 0.4 mg/L、Zn (66) : 0.3 mg/L ~ 3 mg/L であった。PVC 製は NBR 製と比較して溶出濃度は低く、Al (27) : < 0.005 mg/L、Zn (66) : 0.1 mg/L であった。NR 製は Al (27) : 0.3 mg/L、Zn (66) : 3 mg/L と NBR 製と同程度であった。

検討に用いた手袋は PVC 製、NR 製共に 1 製品のみであるが、上記のとおり今回の条件では PVC 製が最も金属元素の溶出が少なかった。

Zn は公共用水域における生活環境の保全に関する環境基準として基準値が定められており、その報告下限値は 0.001 mg/L と低いためコンタミネーションについては特に注意が必要な金属元素である。使い捨て手袋が Zn の汚染源となり得るため、Zn の微量分析を行う際には特に注



図 1 金属溶出試験の様子

意する必要があることが確認できた。

文献

- 1) 和久井千世子ら : 食衛誌, 42, 322-328, 2001.
- 2) 有我望 : 日本ゴム協会誌, 87, 77-82, 2014.

表 1 使い捨て手袋の金属溶出試験結果 (n = 3 の平均値 単位 : mg/L)

溶出液	手袋の種類	Al (27)	Cr (52)	Mn (55)	Fe (56)	Ni (60)	Cu (63)	Zn (66)	As (75)	Se (82)	Mo (95)	Cd (111)	Sb (121)	Ba (137)	Pb (208)	U (238)
	BL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 1	-	-	-	0.005	-	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 2	-	-	-	0.005	-	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 3	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 4	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 5	0.02	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
	PVC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NR	0.03	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	BL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 1	0.1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 2	0.03	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 3	0.007	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	0.006	-	-
	NBR 4	0.4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBR 5	0.2	-	-	0.006	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	PVC	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	NR	0.3	-	-	0.01	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-

- : < 0.005 mg/L