

有機合成膜及び活性炭による鉛の除去性の検討(厚生省)

有機合成膜及び活性炭による鉛の除去法の検討

1. はじめに

水道水中の鉛については、世界的課題となってきたことから平成4年12月、水道水の水質基準が改定された際、従来の基準値である0.1mg/Lを、ヒトに対する健康影響から0.05mg/Lへと基準値が1/2に強化された。そして、水質基準の改定に際して、厚生省は水道事業体においては歴史的に鉛管を長期にわたり使用してきた実績があることや、わが国における大気中の鉛汚染が子供の血中鉛濃度から推定すると欧米諸国に比較して低レベルにあることなどから、おおむね10年後にWHOの飲料水のガイドラインである0.01mg/Lとすると発表し、時間的猶予が与えられた。しかし、その猶予期間も間もなく終了し、平成15年頃には鉛の基準値を0.001mg/Lに強化されるものと考えられる。

このような状況から、横浜市では配水管については鉛管対策の一環として鉛管を毎年徐々に撤去し、他の安全な材質に替え、現在では、配水管として使用されている鉛管の延長は、市内約400箇所0.7kmを残すのみになってきた。しかし、宅地内では、約4,000箇所の私有管には約10kmの鉛管が布設されているほか、給水装置としてまだ約270,000箇所に一部鉛管が使用されている。これらの鉛管を平成15年度までに完全に交換することは不可能であるため、横浜市では従来から、早朝などの使用初めの水道水については雑用水として使用するようPRを行うとともに、市内給水栓の鉛濃度の実態調査を行い、停滞水などが原因で給水栓から鉛が0.05mg/L以上検出された場合の除去方法などを検討してきた。

今回報告するものは、一般家庭で使用している浄水器の基本構成である高分子膜と活性炭のプロセスで鉛を除去することが可能かどうかを検討してみた。

2. 実験方法

2-1 鉛標準液（硝酸鉛）

硝酸鉛0.16gをメスフラスコに採り、精製水で100mLとした。これを1,000mg/L鉛標準液とした。

2-2 試験水の調製

西谷浄水場2号配水池水に鉛標準液を加え、0.1mg/Lとし、これを4つのビーカーに分取し塩酸及びアンモニア水で各々のpH値を6.0, 7.0, 8.0, 9.0に調整し、試験水とした。

2-3 有機合成膜（メンブランフィルター）による鉛の除去実験

pH調整後の試験水を、ポアサイズ1.0, 0.45, 0.20 μ mのメンブランフィルター（ミリポア社製オムニポア：ポリテトラフロオロエチレン製）で各々をろ過し、初めの10mlを捨て、その後の200mlを採取し、鉛分析を行った。

2-4 粉末活性炭による鉛除去実験について

pH調整後の試験水に、木質系粉末活性炭（武田薬品製）を濃度が10ppm及び30ppmになるように各々加え、マグネチックスターラーで1分間攪拌させた後、メンブランフィルター（ポアサイズ0.45 μ m）でろ過し、初めの100mlを捨て、その後、200mlを採取

し、鉛の分析を行った。

2-5 鉛の定量方法

2-3 の有機合成膜（メンブランフィルター）による鉛の除去実験における鉛の定量については、ICP 発光分析法（定量限界 0.01mg/L）で測定し、1-4 粉末活性炭による鉛除去実験については、フレームレス原子吸光光度計（定量限界 0.001mg/L）でそれぞれ鉛を測定した。

3. 試験結果

3-1 メンブランフィルターによる鉛の除去について

表-1 にメンブランフィルターによる鉛の除去結果を示した。

表-1 メンブランフィルターによる鉛の除去結果

試験水の水質	フィルターの孔径とろ液の鉛濃度、除去率									
	鉛 (mg/l)	1.00 μ m フィルター			0.45 μ m フィルター			0.20 μ m フィルター		
pH値	鉛 (mg/l)	鉛 (mg/l)	除去量	除去率 (%)	鉛 (mg/l)	除去量	除去率 (%)	鉛 (mg/l)	除去量	除去率 (%)
6.04	0.10	0.10	0.00	0.00	0.11	-0.01	-0.01	0.10	0.00	0.00
7.04	0.09	0.08	0.01	0.01	0.09	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01
8.00	0.10	0.09	0.01	0.01	0.08	0.02	0.02	0.08	0.02	0.02
9.00	0.08	0.07	0.01	0.01	0.06	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02

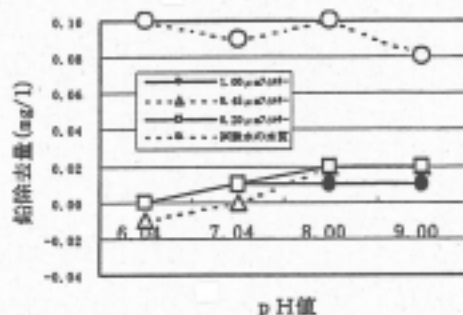


図-1 メンブランフィルターの孔径と pH 値の変化による鉛の除去率の変化

鉛の初期濃度が 0.1mg/L の水を孔径 1.0 ~ 0.20 μ m までのメンブランフィルターでろ過すると、pH 値を 6.0 ~ 9.0 まで変化させるとともに、鉛の除去率は良くなり、pH 値が 9.0 の時が、それぞれの孔径とも最大除去率を示した。しかし、最大でも鉛の除去率は 25 % と期待したほどの結果は得られず、もし、鉛管を使用している家庭で、早朝などの停滞水中に鉛が 0.1mg/L 程度溶出している場合には、新しい基準となる 0.01mg/L まで除去できないことが判明した。

また、今回検査した孔径 1.0 ~ 0.20 μ m までのメンブランフィルターでは除去率に顕著な差は生じなかった（図-1）。

3-2 粉末活性炭による鉛の除去

粉末活性炭及びメンブランフィルターによる除去実験結果を表-2 及び図-2 に示した。これによると鉛の除去率は、活性炭濃度 10ppm、30ppm の両者とも pH 値には依存せず、活性炭濃度に依存し、10ppm では除去率が 50 % 前後、また 30ppm では 70 % 前後の除去

表-2 粉末活性炭による鉛の除去結果

試験水の水質	活性炭濃度と鉛濃度, 除去率				
	鉛	10ppm添加		30ppm添加	
pH値	(mg/l)	鉛(mg/l)	除去率	鉛(mg/l)	除去率
5.98	0.095	0.057	40.0	0.028	70.5
7.03	0.098	0.047	52.0	0.029	70.4
8.00	0.096	0.047	51.0	0.028	70.8
8.99	0.091	0.044	51.6	0.025	72.5

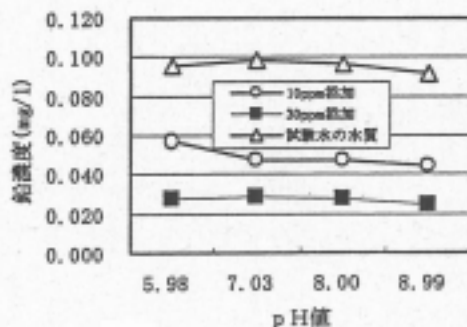


図-2 活性炭の注入率と各pH値毎の鉛の除去率の変化

依性は無いことから、試験水はpH調整を行わず、粉末活性炭30ppmを添加し、緩やかに攪拌した後、超音波洗浄器（出力35w）と振とう器を使い、活性炭に付着した鉛が物理的な力を加えて離脱するかを調査した。さらに鉛以外のマンガン、鉄(III)、ニッケル、銅、亜鉛についてもその離脱率を求めた（表-3、図-3,4）。

率で一定となった。除去された鉛は、活性炭表面に単純に付着したものか吸着等の作用かを検討する必要がある。

つまり、通常の物理・化学的な吸着現象とは異なった場合には、鉛は見かけ上で除去されたにすぎず、水圧変化や衝撃を与えることにより再び活性炭から離脱する可能性が示唆されよう。

3-3 粉末活性炭に付着した金属の安定性

粉末活性炭で鉛が除去される兆候を示したことから、活性炭表面に付着した鉛が、水圧などの衝撃を受けることにより強制的に付着力が保持されるかを検討してみた。検査方法としては、活性炭への付着がpH依存

表-3 超音波、振とうによる粉末活性炭からの鉛の離脱結果

	鉛初期濃度 (mg/l)		マンガン初期濃度		鉄(III)初期濃度		ニッケル初期濃度		銅初期濃度		亜鉛初期濃度	
	0.24	除去率	0.104	除去率	0.342	除去率	0.114	除去率	0.141	除去率	0.102	除去率
活性炭添加直後	0.01	95.8	0.000	100.0	0.000	100.0	0.093	18.4	0.016	88.7	0.088	13.7
超音波1分間	0.00	100.0	0.001	99.0	0.012	96.5	0.096	15.8	0.014	90.1	0.081	20.6
超音波5分間	0.02	91.7	0.001	99.0	0.006	98.2	0.097	14.9	0.018	87.2	0.093	8.8
振とう器1分間	0.02	91.7	0	100.0	0.006	98.2	0.099	13.2	0.015	89.4	0.082	19.6
振とう器5分間	0.01	95.8	0.000	100.0	0.006	98.2	0.096	15.8	0.013	90.8	0.094	7.8
振とう器10分間	0.00	100.0	0.000	100.0	0.006	98.2	0.090	21.1	0.013	90.8	0.086	15.7

今回の調査では、活性炭添加による鉛の除去率は約95%と、前の実験結果である約70%と比べ、超音波や振とう器によっても除去率の低下は殆ど見られなかった。

一方、マンガンや鉄(III)の除去率は約100%で、銅においては90%であった。しかし、亜鉛及びニッケルについては前者と比較すると、極端に除去率は悪く10~20%程度であった。

マンガン、鉄(III)、銅については超音波洗浄器や振とう器のように外部から物理的な力を加えても活性炭からの離脱は見られず、金属の活性炭による除去率は種類によって大

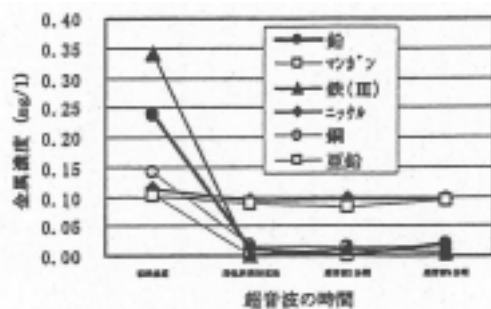


図3 各金属の活性炭吸着後の超音波洗浄器による離脱状況

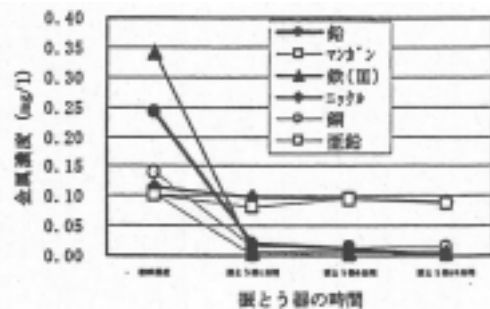


図4 各金属の活性炭吸着後の振とう器による離脱状況

きな差があることが判明した。

4. まとめ

(1)孔径 0.2 ~ 1.0 μm のメンブレンフィルターを用いて、鉛濃度 0.1mg/L の水道水をろ過した場合、pH 値が 6.0 ~ 9.0 まで上昇するとともに鉛除去率は徐々に増加する傾向が見られたが、最大でも 25 % 程度の除去率で除去効率はよくなかった。

(2)孔径 0.2 ~ 1.0 μm のメンブレンフィルターでろ過した場合には、孔径別に鉛除去率には殆ど差がないことが判明した。

(3)粉末活性炭による鉛の除去では活性炭濃度に比例して鉛除去率は向上したが、pH 値には吸着効率は依存しなかった。

(4)活性炭で吸着除去されやすい金属としては鉛、マンガン、鉄、銅が確認され、吸着されたこれらの金属は超音波を与えても剥離しないことが確認された。

一方、ニッケルや亜鉛は活性炭には吸着されにくい金属であるといえる。