

平成12年度厚生労働省委託費による

鉛給水管由来の鉛低減のための暫定対策検討調査

報 告 書

平成13年3月

財団法人 水道技術研究センター

はじめに

水道水中における鉛対策は平成4年12月の水道水質基準の見直しにあたって、水道水中における鉛濃度の一層の低減化を推進するため、基準の強化を行うとともに、概ね10年後を目途に鉛水質基準を0.01 mg/lに再強化すべきとされた。

そのための鉛管布設替え、pH調整、広報活動の実施等に努力するよう水道事業者等に対して通知等により指導が行われている。

しかしながら、給水管については個人所有物であることや、容易で低廉な布設替え技術が普及していないことから布設替えが進んでいなかった。

(財)水道技術研究センターでは平成11年度に厚生労働省(厚生省)の委託を受け、水道事業体の鉛給水管布設替え計画策定のため、布設替え実施の検討手順を中心に鉛給水管布設替技術指針を策定した。しかし、給水管の布設替えが完了するまでの間、鉛給水管中の鉛濃度を低減する為の暫定的な対策が必要となっている。

本調査は厚生労働省からの委託により、鉛給水管由来による鉛を低減化する暫定対策の策定に向けて、浄水処理等給水装置手前における対応技術としてpH調整や鉛溶出抑制剤に関する事例調査、文献調査、及び給水装置末端における対応として浄水器の調査を行いまとめたものである。

なお、この検討調査を推進するにあたっては千葉県水道局古ヶ崎浄水場 安西場長を委員長とする検討調査委員会にお願いし、多くの委員の方々にご指導をいただいた。ここに委員の方々に感謝するとともに、ご協力いただいた関係者の方々に厚く御礼申し上げたい。

平成13年3月

財団法人 水道技術研究センター
専務理事 藤原 正弘

鉛給水管由来の鉛低減の為の暫定対策検討調査委員会

委員長 安西 和夫 千葉県水道局 古ヶ崎浄水場 場長
委員 赤井 寿充 国立公衆衛生院 水道工学部 施設工学室研究員
金子 利輔 (財)給水工事技術振興財団 研究開発部長
坂本 浩一 大阪市水道局 水質試験所 副参事兼主査
佐野 進 横浜市水道局 営業部 次長兼給水装置課長
西野 二郎 東京都水道局 水質センター 監視課長
渡辺 進 (社)日本水道協会 工務部主幹

オブザーバー

小林 幸男 浄水器協議会
関口 洋一 (財)日本食品分析センター
森 孝 給水システム協会
米澤 康男 浄水器協議会

事務局 藤原 正弘 (財)水道技術研究センター 専務理事
谷口 元 (財)水道技術研究センター 常務理事
入江 登志男 (財)水道技術研究センター 常務理事
吉田 茂 (財)水道技術研究センター 管路技術部長
下村 政裕 (財)水道技術研究センター 管路技術部 主任研究員
服部 伍朗 (財)水道技術研究センター 管路技術部 主任研究員

(平成13年3月末現在)

鉛給水管由来の鉛低減のための暫定対策検討調査報告書

目 次

1 . 調査の概要	1
1 . 1 暫定対策の必要性	
1 . 2 調査の目的	1
1 . 3 検討対象	1
2 . 浄水処理における対応	2
2 . 1 諸外国における鉛対策	2
2 . 1 . 2 鉛制御対策 (lead Control Strategies) AWWARF	2
2 . 1 . 3 米国水道協会研究基金による鉛制御対策導入事例	4
2 . 1 . 4 米国環境保護庁 (USEPA) による鉛と銅の規制	10
2 . 1 . 5 水質管理者のための防食制御	10
2 . 1 . 6 ボストンメトロポリタン水道の鉛低減事例	11
2 . 1 . 7 USA シラキュース市「シラキュース水道ニュース」	13
2 . 1 . 8 腐食防止剤としてのリン酸塩の再増殖に与える影響	13
2 . 1 . 9 USA フィラデルフィア水道局の 1999 年水質報告書	14
2 . 1 . 10 カナダ ウィニペグ市の水道局及び廃棄物局鉛規制計画	14
2 . 1 . 11 USA ニューヨーク市 「最近のリリース」 飲料水中の鉛に対して改善を進める市	15
2 . 1 . 12 リン酸塩に基づく防食剤	15
2 . 1 . 13 オランダ、英国における pH と鉛濃度の調査研究	15
2 . 2 わが国における鉛低減対策に関する調査および資料	17
2 . 2 . 1 大阪市水道局の調査	17
2 . 2 . 2 各都市の実態調査	19
2 . 2 . 3 水道管内防食研究 (鉛)	20
2 . 2 . 4 鉛抑制剤 (オルト燐酸等) に関する調査	21
3 . 給水装置末端 (浄水器) の調査	25
3 . 1 浄水器に係わる法、規格、基準の調査	25
3 . 1 . 1 家庭用品品質表示法施行令	25
3 . 1 . 2 日本工業規格 家庭用浄水器試験方法	25
3 . 1 . 3 日本水道協会規格「浄水器」	25
3 . 1 . 4 日本建築センター性能評定	25
3 . 1 . 5 給水装置の構造及び材質に関する省令	26
3 . 1 . 6 浄水器協議会自主基準	26
3 . 1 . 7 NSF 規格 (飲料水処理装置)	26
3 . 2 鉛低減が可能としている浄水器の調査	29
3 . 2 . 1 アンケートの回答件数	29
3 . 2 . 2 鉛の低減に適した浄水器	29
3 . 2 . 3 鉛低減に適しているとした理由	29
3 . 2 . 4 鉛低減に適しているとしたメーカー別浄水処理方式	30
3 . 2 . 5 その他の調査項目	31
3 . 2 . 6 鉛低減に適する浄水器、及び低減の可能性がある浄水器	31
3 . 2 . 7 NSF に認定された浄水器の調査	31
3 . 3 浄水器性能判定のための今後に残された課題	36

3 . 4	鉛低減のための浄水器に関するアンケート調査票	3 9
-------	------------------------	-----

4 . 資料編

4 . 1	「鉛制御対策」(A W W A) R F	資 1
4 . 2	「鉛と銅の規制」(U S E P A)	資 2 7
4 . 3	「水質管理者のための防食制御」(A W W A)	資 3 3
4 . 4	「シラキュース水道ニュースレター」 (U S A シラキュース市)	資 4 5
4 . 5	「腐食防止剤としてのリン酸塩の給水システムの再増殖に 与える影響」(米国のコンサルタント)	資 4 7
4 . 6	「飲料水の水質 1 9 9 9 年」 (U S A フィラデルフィア市)	資 6 3
4 . 7	「ウィニペグ市の水質改善について」 (カナダ ウィニペグ市)	資 7 1
4 . 8	「飲料水中の鉛に対して改善を進める市」最近のリリース (U S A ニューヨーク市)	資 7 7
4 . 9	水処理-リン酸塩防食剤 (U S A Rhodia 社技術資料)	資 8 1
4 . 1 0	家庭用品品質表示法施行令の一部を改正する政令	資 8 7
4 . 1 1	家庭用浄水器試験方法 J I S S 3 2 0 1	資 8 9
4 . 1 2	浄水器 日本水道協会規格 S 1 0 2	資 9 7
4 . 1 3	浄水器協議会自主規格基準 J W P A S	資 1 0 5
4 . 1 4	厚生科学研究報告書 (水道における化学物質の毒性、挙動 及び低減化に関する研究)	資 1 2 7

第 1 章 検討調査の概要

1 . 1 暫定対策の必要性

給水管に係る衛生対策については、平成 4 年 1 2 月に水道水質の見直しに当たって、水道水中における鉛濃度の一層の低減化を推進するため、基準の強化を行うとともに、概ね 10 年後の長期目標を 0.01mg/l 以下にすべきとされた。

そのための鉛給水管布設替え、pH コントロール、広報活動の実施等に努力するよう水道事業者等に対して通達により指導が行われている。

しかしながら、給水管については個人所有物であることや、容易で低廉な布設替え技術が普及していないことなどから、布設替えが進んでいない。よって、鉛給水管の布設替えが完了するまでの間、水中の鉛を低減化するための暫定的対策が必要であり、このための技術的な検討を行う。

1 . 2 調査の目的

鉛給水管中の鉛濃度を低減化するための暫定的な対策に係わる技術について、文献調査や国内外のケーススタディ等の解析を行い、水道事業者が鉛対策にあたり参考とするための事例を紹介する。

1 . 3 検討対象

暫定対策検討の対象は以下の 2 点とする。

- 1) 浄水処理における対応
- 2) 給水装置末端（浄水器）の調査

第 2 章 浄水処理における対応

浄水処理時における鉛低減対策については、pH 調整が有効であるとされており、わが国でもすでに実施している事業者が報告されている。

米国では鉛低減化のため、pH 調整や鉛溶出抑制剤としてオルトリン酸等を浄水段階で添加することにより、鉛の低減を図っている。

本調査では、その効果などの研究事例、及び採用事例を調査した。これらの中から水道事業者として、今後、鉛の低減に参考になるものを紹介する。

2.1 諸外国における鉛対策

以下の諸外国の調査資料を紹介する目的は、日本国内において浄水処理で使用する場合の、オルトリン酸処理と、pH 調整の考え方について、整理されたものが極めて少ないためである。

米国における考え方の基本は、溶存無機炭素量 (DIC) により処理方法を分けて考えるべきで、DIC が少なければアルカリ性を強めるための pH 調整だけで鉛溶解を抑制できるとされており、DIC が多ければ侵食性が強くなるため pH 調整によるよりは保護被膜を形成するオルトリン酸添加が有効である、とするものである。

また、これには拘わらず、炭酸カルシウムによる被膜形成の有効性についても述べている。

2.1.2 鉛制御対策 (Lead Control Strategies)

米国 AWWARF (1990 年) (抄訳資料 - 4.1 参照)

AWWA-RF (米国水道協会研究基金) は 1988 年から水道水の鉛低減化のための調査研究を進めており、その成果を 1990 年に出版した。

この時点では、pH 調整、オルトリン酸の添加、ポリリン酸の添加、珪酸塩の添加、炭酸カルシウムの添加など理論や実際の処理方法について調査を行っている。

この報告は、鉛制御のために必要な化学的理論、各州の鉛対策の現状、採水方法などの報文等の紹介を行った後、化学的な観点から鉛制御対策を例示したものである。

概要は、各種の鉛抑制対策のうち、pH 調整、オルトリン酸添加、ポリリン酸添加、珪酸塩添加、炭酸カルシウム添加などについて、その原理や選択方法について説明している。特に、pH 調整処理とオルトリン酸添加処理の選択については、pH と溶存無機炭素 (DIC) による選択基準を示している。

[要 約]

鉛の溶解性は pH と溶存無機炭素量 (DIC) により変化するが、pH を上げることにより鉛の溶出量を抑えられることは確かである。しかしながら、pH 変化量が小さい場合でも鉛の溶解度は大きく変化するため、DIC との関係も含め導入にあたっては水質に応じた対応を検討する必要がある。

pH 調整は理論的には 8.5 以上で効果を発揮できると思われるが、最大でも 10.2 までに抑えるべきである。ただし、pH を上げることによりトリハロメタンの生成量を増大したり、凝集剤量を増加すること、消毒効果を低減させること、及び pH が 8.5 以下でも効果を上げている例があることなどから、pH 調整を導入するに際しては事前調査が必要である。

鉛の溶解性への溶存無機炭素量 (DIC) の関与は重要である。文字通り DIC は全ての溶解している無機状態の炭素量を表すものであるが、このなかには炭酸 (H_2CO_3)、重炭酸、炭酸塩、イオン化合物 (CaHCO_3^+ , CaCO_3 , MgCO_3 , MgHCO_3^+ , PbCO_3 , $\text{Pb}(\text{CO}_3)_2^{-2}$) などがある。

効果的な炭酸塩被膜の形成には pH や DIC が影響する。DIC 濃度は全アルカリ度、pH、水温、イオン強度などにより算定可能である。総アルカリ度と pH は DIC (mg/l) の卓越因子である。

オルトリン酸添加の判断は、DIC 濃度や pH により異なる。一般に、DIC が高い場合は、DIC 成分である炭酸塩が金属の溶解を促進するものであることから、pH 調整を行うよりもオルトリン酸を添加したほうが効果的と思われる。しかしながら、脱炭酸処理を行えば pH 調整により鉛の溶出抑止は行える。

オルトリン酸は鉛と様々な形態の化合物を作り被膜を形成するが、有効な被膜形成にはかなり長期間必要である。理論的には、DIC 5-10 mg-C/l 、pH=7.6 程度、とした場合、鉛の溶出濃度を 0.01 mg/l 以下とするには、オルトリン酸の添加量を 4.5 $\text{mg-PO}_4/\text{l}$ とすれば良いとしているが、水質は個々の水道により異なるため最適値の設定には事前調査が必要である。

オルトリン酸使用時に厄介なのは、リンが環境の富栄養化を促進する物質であるため、環境への配慮や、一部の使用者にはリンの増加が生産活動や利用方法に影響することを念頭に置かなければならない点である。

ポリリン酸の添加についてはこの報告では否定的である。鉛とポリリン酸との化合物生成過程が不明で、鉛低減に何らの効果も示さないとするデータもある。ポリリン酸自体、水質状況によりオルトリン酸まで戻

ってしまうこともあるため、ポリリン酸の効果かオルトリン酸まで戻ったものが効果を発揮しているのか今のところ不明としている。

珪酸塩の使用についても調査しているが、幾分効果は認められるものの被膜形成が極めて緩慢であり、実用性には言及していない。ただし、自然由来の防錆剤であることから、他の薬品等とあわせて使用する可能性を研究する必要があるとしている。

炭酸カルシウムの添加は経験的に有効な方法として知られている。これによる溶出抑制を行う場合は、炭酸カルシウム析出能（CCPP）を腐食性指標として使用したほうが良いとしている。ただし、湯水使用の加熱部分や炭酸カルシウム濃度の高い浄水場出口では、スケールが析出する可能性があり、注意深く管理する必要がある。

2.1.3 米国における鉛制御対策事例調査

(Distribution System Water Quality Changes Following Corrosion Control Strategies)

米国水道協会研究基金（AWWA-RF）（2000年）

2.1.3.1 腐食制御の方法

米国では、配水水質を制御して鉛濃度を低減化する方法として、pHの制御（上昇）やオルトリン酸等の腐食制御剤の添加を行っており、その導入前後の鉛濃度を幾つかの都市で調査している。

各水道事業体は、EPAの指示により鉛濃度の測定と対策のための調査を行った後、各々の状況に応じた対策を講じており、pH調整だけで鉛制御を行っている事例と、pHをかなり高めに設定しなければ効果が出にくいとしてオルトリン酸の添加により対策を行っている事例が見られる。以下にpH調整による米国の事例を紹介する。

2.1.3.2 pH調整制御による鉛濃度対策事例

Durham市，ニューハンプシャー州

- (1) 制御方法 pH調整
- (2) 対象地域 Durham市の約1万人の居住区
- (3) 原水 表流水（小河川で90%）と地下水
- (4) 処理方法 表流水については凝集沈殿ろ過と塩素注入。pH調整剤としてNaOHを使用しているほか、フッ素も添加している。地下水は、NaOH添加のみ。
- (5) 対策前水質 配水区域から60個の1リットル試料を集めた結果、55%のサンプルが規制値を超えており、90%順位値が46 $\mu\text{g/l}$ であった。表流水地区の水質は、pHは7.2~7.7、DIC（溶存無機炭素量）は3~4 mg-C/l であり、地下水地区はpH8.5~8.6であった。

(6) 対策目標値 pH の処理目標値は、表流水系のみ pH8.5 ~ 9.0 に上げることにした。

(7) 対策後水質

- 鉛： pH は徐々に上げていったが、鉛濃度の低下は 3 ヶ月から 6 ヶ月経過した時点で見られた。(図 2.1、図 2.2)：調整前の鉛濃度 15 ~ 40 $\mu\text{g/l}$ から調整後安定期では 5 $\mu\text{g/l}$ 以下に低下)
- その他： pH の目標値は 8.5 ~ 9 であるが、8.1 ~ 8.8 の範囲で推移した。pH の変化に伴い、細菌、pH の安定性、THM の変化や使用者からの苦情等は特に無い。

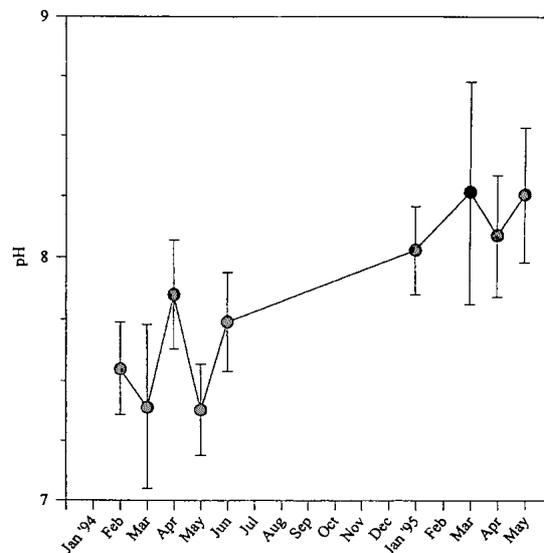


図 2.1 U H D/Durham水道の平均 pH 推移

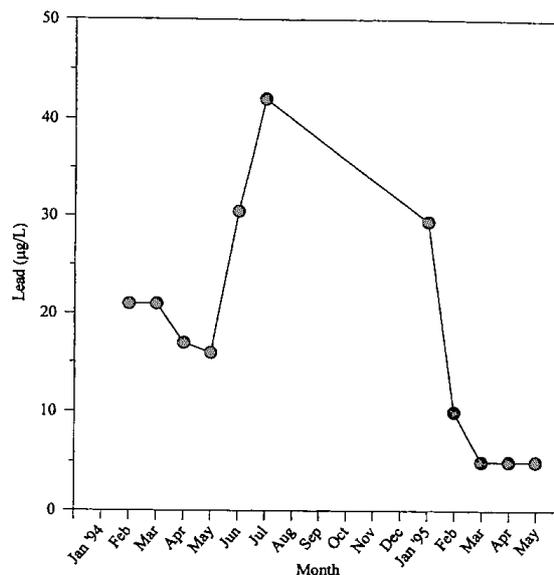


図 2.2 U H D/Durham水道の鉛濃度の中位値推移

2.1.3.3 pH調整制御による鉛濃度対策事例

Martinez 市、カリフォルニア州

- (1) 制御方法 pH 調整
- (2) 対象地区 規模等は不明。(一日約 5 万 3 千トン)
- (3) 原水 前オゾン処理と通常処理で処理された運河水。
- (4) 処理方法
凝集沈殿ろ過の後、クロラミン処理と苛性ソーダ注入により、pH を 8.4 から 8.6 に調整。
- (5) 対策前水質
一戸建世帯の滞流水(6 時間滞留以上) サンプルを 2 回にわたり各々 60 個集めたが、90% 順位値は $29 \mu\text{g/l}$ と $18 \mu\text{g/l}$ であり何れも規制値 ($0.015 \mu\text{g/l}$) を超えていた。
- (6) 対策目標値
pH の目標値は 9 とした。なお、対策として、pH 調整、オルトリン酸処理、シリカの使用を検討したが、シリカについてはカルシウムが高いことと情報が少なかったため使用を見合わせた。
- (7) 対策後水質
pH 9 に調整後、6 ヶ月ごとに同様のサンプリングを 2 回行った(60 個の滞流水サンプル)。いずれの結果も、90% 順位値は $6 \mu\text{g/L}$ 以下に減少した。
このことから、pH 調整により目標値以下に下げることが可能であることが解った。THM、一般細菌の変化や利用者からの苦情は寄せられていない。

2.1.3.4 pH調整制御による鉛濃度対策事例

Bel/ingham 市、ワシントン州

- (1) 制御方法 pH 調整
- (2) 対象地区 給水人口約 66,000 人、
平均給水量 一日約 4 万トン(最大 9 万トン)
- (3) 原水
中性(pH7.1)で低アルカリ度($19 \text{mg/l} \cdot \text{CaCO}_3$)の湖水、浄水の残留塩素は 0.6mg/l を保持している。
- (4) 処理方法
1993 年 2 月にソーダ灰を用いて浄水 pH を 7.3 から 8.0 に変更したが、アルカリ度は 19mg/l から 27mg/l に上昇した。
- (5) 対策前水質
2 回のサンプリングを行い、1 回目は 66 個のサンプルを、2 回目は 60 個のサンプル(何れも滞流水)を採取した。

この 90% 順位値は $23 \mu\text{g/l}$ と $19 \mu\text{g/l}$ であり、何れも規制値を超えている。鉛の原因は、青銅製品と鉛ハンダを使用している銅管によるものと思われる。

(6) 対策目標値

pH 8 を目標とする。実際の制御は、pH 7.8~8.0、アルカリ度を 22~32mg/l に調整している。

(7) 対策後水質

pH 調整後 3, 4 回目のサンプリング行い、90% 順位値は $11 \mu\text{g/l}$ と $6 \mu\text{g/l}$ となった。

2.1.3.5 pH調整による鉛低減化対策調査研究事例

マサチューセッツ水資源局 (以下 MWRA) ポストン; マサチューセッツ州

(1) 施設等の概要

MWRA はポストン周辺の 47 都市の約 2 百万人に配水している用水供給事業者である。水源は、2 貯水池と 1 河川から取水している。配水は 207 km のトンネルと 430 km の配水本管により 6 つの配水区域に送られており、12 箇所の配水池と配水塔、10 箇所の配水ポンプ所、3 箇所の水力発電所を持っている。

MWRA からの配水は、未ろ過の状態に配水されており、消毒用に遊離残留塩素を加えた後、2 次消毒剤としてクロラミンを加えている。フッ素も添加されており、1996 年 1 月まで pH は水酸化ナトリウムで調整していた。

原水の性状は、pH は 6.5 ~ 7、アルカリ度は $10 \text{mg/l} - \text{CaCO}_3$ 以下、溶存無機炭素 (DIC) は 1 ~ 2 mgC/l、カルシウム濃度は 10mg/l 以下である。

1996 年 1 月以降は配水 pH を 8.5 ~ 9.0 に調整している。

(2) 鉛制御対策と時間経過

MWRA 内の腐食については 1980 年代から焦点に上がり、オルトリン酸処理や pH 調整について研究がされてきた。最終的に鉛、銅及び鉄に関する腐食対策として pH 調整が適しているとされた。その調査研究は現在も行われているが、MWRA 内の無蓋配水池が無くなるまでの鉛制御対策としては pH と炭酸塩による調整が最適とされている。

水質上の問題としては、DIC が 2mg-C/l 以下と緩衝性が低いこと、pH 変化が大きいことである。そのため、pH を 9 に、アルカリ度を $30 \text{mg/CaCO}_3/\text{l}$ (DIC では 6 ~ 9 mg-C/l) にすることが、配水系統中の pH 変化を抑える目標値とされている。

MWRA の無蓋配水池が無くなれば、オルトリン酸の添加も視野に入れて検討する。

(3) 実施設における pH とアルカリ度調整の実施

二酸化炭素と炭酸ナトリウムを添加する暫定施設を先ず建設した。この処理による目標値は、アルカリ度を現状の 10 mg/l CaCO₃ から、少なくとも 20 ないしは 30 mg/l CaCO₃ まで上げることである。配水系統内の pH が安定化した後は、pH を現状の 9 から 7.5 ないしは 7.8 まで引き下げた。将来的に塩素を遊離塩素からクロラミン処理に切り替えた末端事業体に対して、MWRA はそれらの事業体に対して pH を 9 以上に上げるか (THM 生成量増加の懸念がなくなることからと思われる) 無蓋配水池が無くなった時点 (生物発生の懸念がなくなるため) でオルトリン酸の添加をする余地を残している。

この切替スケジュールは以下のとおり、

処 理	開始日	pH/アルカリ度目標値
第 1 次調整	1996 年 1 月 11 日	7.5/20mg/l -CaCO ₃
第 2 時調整	1997 年 2 月 17 日	7.8/30mg/l -CaCO ₃
第 3 次調整	未定	9.0/30mg/l -CaCO ₃ 又は 7.8/30mg/l -CaCO ₃ とオルトリン酸

このプロジェクトでは、配水系統中間部の流水サンプル、家庭用給水栓における 6 ~ 10 時間滞留後の滞留水サンプル、配水系統末端部サンプルを採取した。中間部の流水サンプルは 20 箇所から採取し、pH、アルカリ度、第 1 鉄イオン、第 2 鉄イオン、色度、残留塩素、濁度、溶存酸素、一般細菌を測定した。この採水点で配水系統の水質変化を判定した。また、20 箇所のうち 7 箇所は定期的実施している THM の採水点である。また、全ての採水点は主要末端事業体に置かれている。給水栓の滞留水サンプルについては、過去に鉛を測定した地区から高い順に 75 地点選定した。これらの地区については、1996 年 1 月から pH 調整を開始している。採水は第 6 回までであるが、第 1 回と第 2 回の採水については、1 地点ごとに 3 本の採水を行った。

最初の 1 本 (1 リットル) については鉛と銅を測定し、2 本目 (500 ml) は pH とアルカリ度を、3 本目 (500 ml) は第 1 鉄イオン、第 2 鉄イオン、色度を測定した。

3 回目以降の採水については、各地点 2 本を採取し、1 本目 (1 リットル) は鉛と銅の測定を、2 本目 (1 リットル) はアルカリ度、鉄、第 1 鉄イオン、第 2 鉄イオン、色度の測定にあてた。

MRWA 構成事業体の多くは非ライニング鑄鉄管を使用しており、この調査目的は、pH とアルカリ度の調整がこれらの管や赤水発生にどのように関わっているかも重要な観点である。末端部サンプル地点はこの

影響を調べるために選定され、20地点を選定して、第1鉄イオン、第2鉄イオン、色度、溶存酸素量、pH、アルカリ度、一般細菌、残留塩素、濁度などを測定した。

採水は、6乃至8ヶ月ごとに6回行った。以下はその経過である。

表 2.1 暫定対策前後の pH/アルカリ度

回数	採水年月日	対策の前後	pH/アルカリ度
1	1995. 3.29	暫定対策前	9.0/< 10 mg/lCaCO ₃
2	1995. 9.27	暫定対策前	9.0/< 10 mg/lCaCO ₃
3	1996. 5.11	暫定対策前	9.0/< 10 mg/lCaCO ₃
4	1996.10. 2	暫定対策後	7.5/< 20 mg/lCaCO ₃
5	1997. 6. 4	暫定対策後	7.5/< 20 mg/lCaCO ₃
6	1998. 2.25	暫定対策後	7.8 / 30 mg/lCaCO ₃

pHの安定度を見るために、29地点を選びpHを毎週測定した。

(4) 水質測定結果

鉛

75地点の滞留水サンプルを分析したところ、pH調整後のサンプルは、平均値、中位値、90%順位値とも、未だ規制値を超えてはいるものの、対策前よりも低下し最悪のケースを避けられている。

表 2.2 pH調整前後の滞留水中鉛濃度

採水年月日	暫定対策前後の (pH/アルカリ度)	平均濃度 μg/l	濃度中位値 μg/l	濃度範囲 μg/l	90%順位値 μg/l
1995. 3.29	処理前 9.0<10	123.5	68	8 2980	191
1995. 9.27	処理前 9.0<10	47.9	33	2 279	110
1996. 5.11	処理前 9.0<10	40.8	24	1 458	77
1996.10. 2	処理後 7.5/20	31.8	15	1 317	89
1997. 6. 4	処理後 7.5/30	25.0	12	1 191	63
1998. 2.25	処理後 7.8/30	22.9	12	1 240	48

pHの安定度

pHの測定は1995年1月から1997年6月まで125週に亘り行われた。22事業体では塩素の再注入を行っていない。

この期間ではpHの変化量は少なく、安定していると言えるが、pHを7.5から7.8へ、同時にアルカリ度を20 mg/l -CaCO₃から30に変更しても、変化幅には大きな違いは見られなかった。

(5) 結論

MWRA では暫定対策として、前述のように pH 調整とアルカリ度調整を 2 段階で行った。1 段階目は、1996 年 1 月に pH7.5、アルカリ度を 20mg/l -CaCO₃ とした。2 段階目は 1997 年 2 月に pH7.8、アルカリ度を 30mg/l -CaCO₃ へ調整した。採水は、配水系統中の水質変化を見るために配水管中間部から採水し、滞留水サンプルとして家庭用給水管から採水した。

水質測定の結果は以下のとおりである。

暫定対策後の鉛濃度は、対策前よりも低減した。(中間値、平均値、90%順位値とも)

色度と第 1 鉄イオンは第 1 段階の対策後には低下したが、2 段階目の処理直前では上昇した。

この程度の pH、アルカリ度では配水管中の色度や鉄イオンを低減することは難しい。

濁度はいずれの場合も変化しなかった。

主要消毒剤として使用した塩素との接触時間によるが、塩素と全 THM は 2 段階の処理過程で上昇した。反対に、一般細菌はこの間著しく減少した。

MWRA による腐食抑制対策は滞留水の鉛濃度を減少し、配水管中の pH をより安定化できた。色度や鉄濃度は暫定対策前後で平均的には変わらなかったものの、やや高い値を示した。暫定対策の導入により、対策前の水質より劣化することは無かった。pH を安定化すれば、鉄や色度の上昇を抑えられるものと考えられる。

2.1.4 米国環境保護庁 (EPA) による鉛と銅の規制 資料 - 4.2 参照 「腐食防止処理に関する要求事項」 USEPA (2000 年 1 月)

規制自体は、1991 年 7 月 7 日から適用されているが、この中で鉛溶出防止対策の導入時期、サンプリング方法と測定値の評価法、溶出防止対策導入時の留意事項等を定めている。

2.1.5 水質管理者のための防食制御 AWWA (1986 年) 水質改善 (pH の調整の部分抜粋) (資料 - 4.3 参照)

・pH は、ほとんどの配管の原材料の溶解度を決める主要な要因となっ

ている。給水事業体に使われているほとんどの原材料(銅・亜鉛・鉄・鉛・セメント)は、pHの数値が低いときに容易に溶解する。pHの数値が高くなると、水酸化イオン(OH-)の濃度が増加し、これにより銅・亜鉛・鉄・鉛を含めた不溶性の水酸化物を有する金属の溶解度を、減少させることになる。炭酸塩によるアルカリ性が見られる場合には、pHの数値が高くなると、一定地点までは水溶液中の炭酸塩の量が増加する。これにより、例えば鉛や銅といった、不溶性の炭酸塩を持つ金属の溶解度を制御することができるようになる。

- ・保護被膜を沈殿させるためには、十分なアルカリ度とカルシウムがある場合には水のpHの数値をCaCO₃が飽和状態のときのpHの数値よりわずかに上回るものでないとならない。
- ・炭酸塩、または重炭酸塩によるアルカリ度が低い水では、pHの調整だけではしばしば腐食を制御するのに不十分な場合がある。例えば、CaCO₃の保護被膜は水中に十分な数の炭酸塩イオンやカルシウムイオンがないと形成されることはない。
- ・金属の中には、とりわけ鉛や銅は、不溶性の炭酸塩の層を形成する。アルカリ度の低い水の中では、こうした不溶性の炭酸塩を形成させるために、炭酸塩イオンが添加されなくてはならない。

pHの最低限の数値または数値の範囲；

- ・pHの最小数値：7.0以上
- ・アルカリ度が最適な腐食制御処理の場合アルカリ度に対する最低濃度または濃度の範囲
- ・炭酸カルシウムの安定化が腐食制御カルシウムに対する最低濃度または濃度の範囲

2.1.6 ポストン メトロポリタン水道の鉛低減事例

(資料 - 4.3 参照)

1975年～1982年までの実施例(1982年AWWAマイアミ会議)

ポストンメトロポリタン(大都市圏)で1975年に実施された研究では、消費者の給水栓で採取された水のサンプルの15.4%が鉛の基準を超えていることを明らかにしている。さらに、調査対象とされた383の家庭のうちの70%以上で、飲料水中に検知できるレベルの鉛が確認されている。

鉛管の撤去はかなりの出費を伴い、従って実施可能な選択肢ではなかった。そこで、1976年から1981年にかけて、鉛の腐食を制御する2つの代替的な方法が実施及び評価された。

1976年6月、メトロポリタン管区委員会（MDC）は市販の腐食抑制剤であるZOPによる処理を開始した。

ZOPは鉄防食と鉛防食に対して効果的であると報告されている理由から試験的に開始された。最初、ZOPは数週間の間13mg/lの濃度にされ、その後、投入量は試験残留物のため3.2 - 4.5mg/lに削減された。それは1976年12月に終了した。

結果を図8.5（資料4.3 P - 資44参照）に示したが、1976年2月から1981年中ごろまでの間に収集された39から69すべての鉛サンプルの鉛濃度の変遷を表した。

このグラフから言えることは1976年2月から1977年5月までの間は一貫して0.05mg/lより上にあると見ることができる。ZOPが使用されている期間中は初期段階では鉛の増加もあるがその後減少してきている。これはZOPの添加によるものか、例えば水温の様なその他の要因によるものかもしれない。図8.6（資料4.3 P - 資44参照）に水温を対比してプロットした。

このことから温度と鉛には関係が見て取れる。水温に関しては夏場の月には上昇し鉛の増加もしているように見える。水温が下降すると鉛も減少しているようである。鉛の上下動の理由が何であれ、鉛濃度が抑制剤により標準値より減少していないことについては明らかである。この事実のためそして、過去の受水槽における藻類の繁殖問題と今回のリン酸添加が結び付けられ、ZOPの使用は続行されなくなった。

代替処理 2 NaOH（水酸化ナトリウム）によるpH調整

ZOPの使用が中止された6ヶ月後からpH調整が開始された。

1977年5月、pHの水準を8と9の間まで上げるためNaOH添加を開始した。結果を図8.5（資料4.3 P - 資44参照）に示す。NaOHを使用したpH調整により鉛濃度が減少していることは明らかである。pH調整の中断により0.05mg/l以上になったときが2回ある。1回目は1987年冬にポンプの不調により、地下のNaOH配管が凍結してしまったとき、2回目は1977年の夏に建物への落雷によるものである。

1979年に消費者の蛇口から採取されたサンプルにおけるpHと鉛濃度の平均値との強い関係が明らかになった。

1月から6月にかけてpHが9から8以下に下降したとき、鉛濃度がそれと同時に上昇した。6月から12月にかけてpHは8以上に上昇している。鉛濃度もまた下降していることは明らかである。こうしてpH水準と鉛濃度との因果関係（pHが上昇すれば、鉛濃度が下降する）があるとの結論が導き出されたのである。

現在、MDC は日平均 301MGD (メガガロン/日) = 114 万 m³/日の水需要量に対して 50% 濃度の NaOH 水溶液を 14mg/l になるように添加している。1981 年における NaOH のための処理費用は \$ 900,000 (約 1 億円)、操業と維持管理費用は年間 \$ 161,000 (約 18 百万円)であった。それは一人当たり、年間 \$ 0.59 (65 円) に相当する。

まとめとして、この研究が NaOH を pH 調整剤として使用することがボストンメトロポリタンの鉛と銅の腐食を減少させる制御に効果的であること、EPA 規制によるモニタリングを行うことにより適切な評価が行えることが明らかになった。

注 (1 ドル = 110 円換算)

2.1.7 USA シラキュース市 (ニューヨーク州)

「シラキュース水道ニュース」

(資料 - 4.4 参照)

(2000 年 5 月)

- ・ EPA とニューヨーク州保健省が水道事業者に対して水道の需用者に「水質報告書」を発行することを求めた。
- ・ 鉛に対してオルト燐酸による制御処理を開始した。処理効果決定には 1 年かかる。もし、効果的でなければ、数千本の鉛給水管の布設替えを実施しなければならない。
- ・ オルト燐酸は鉛管の内面に膜を形成し、鉛の溶出を抑える。
- ・ オルト燐酸は州全体で 100 以上の水道事業体に適応し、問題の報告はない。
- ・ これによって鉛の総量を 15 ppb 以下に削減する、この数値は EPA が示した基準値である。

2.1.8 腐食防止剤としてのリン酸塩の再増殖に与える影響

SEA コンサルタント社 Stephen C. Olsen, P.E 著 (資料 - 4.5 参照)

(1996 年 5 月)

- ・ 「鉛および銅に関する規則」の一環として、EPA は、水道における鉛と銅の制御を遵守することを基本に、処理技術については腐食防止剤としてのリン酸塩の使用を挙げている。しかしながら、多くの水道事業者は、燐を添加すると、生物学的な再増殖の可能性を増長し、「大腸菌数」を遵守できないのではないかと懸念を表明している。
- ・ この懸念をテーマに研究がおこなわれた。腐食防止剤としてのリン酸塩は、大腸菌の成長にそれほど際立った影響を与えていないということが明らかにされた。

- ・腐食防止剤としてのリン酸塩の使用が、水道システムの中で生物学的な再増殖を促進することを示唆する証拠はほとんど見あたらない。ケーススタディは、腐食防止剤としてのリン酸塩の有効性を立証している。

2.1.9 USAフィラデルフィア水道局の1999年水質報告書

「飲料水の水質1999年」内の記述 (資料4.6参照)

- ・飲料水中の鉛に対してペンシルベニア州環境保護局の腐食制御の使用許可を受けている。
- ・水道局はpHを7.0~7.8とし、オルトリン酸の総量は0.10mg/lを上回るように維持している。
- ・我々が給水する水には水中に鉛を含んでいないにもかかわらず、家庭内の配管にある鉛が飲料水中に溶出する可能性がある。幼児や幼い児童は一般的に、普通の大人に比べて飲料水中の鉛に影響を受けやすい。
あなたの家の鉛のレベルがその他の家に比べて高いことがあります。とりあえず、市の給水本管内の水を使うために、水道水を使用するのに先立って、30秒から2分間水を流し出すことが奨められる。

2.1.10 カナダ ウィニペグ市の水道局及び廃棄物局鉛規制計画

「ウィニペグ市の水質改善について」のパンフレットから
(資料4.7参照)(2000年5月)

- ・2000年5月29日から、水道局および廃棄物局は市の飲料水中の鉛のレベルを減らすために、水道水にオルトリン酸塩の添加を開始します。ウィニペグ市のほとんどの家庭における水道水中の鉛レベルは非常に低いけれども、鉛の水道管を使用しているいくつかの家庭の水道水を検査したところ、『カナダ飲料水水質基準ガイドライン』の中で認められている最高限度を超える鉛レベルを示す場合があった。
- ・カナダのガイドライン値は流水後サンプルで10ppbである。
- ・オルトリン酸塩を使用する計画は公衆衛生法と規則に従って、マニトバ州の保健局とマニトバ州の環境保全局の両者によって承認されている。米国の大都市、例えば、アトランタ、デトロイト、ミルウォーキー等でも同様な鉛規制計画を実施している。カナダでも多くの都市が検討中。
- ・オルトリン酸の使用量は5月から10月までに0.5ppm~3.0ppmまで増加される。その後、2001年の夏までには1.0ppmに維持される。
- ・蒸留型の浄水器、逆浸透圧型浄水器、NSF(鉛)の認定品のフィルターが付いている浄水器は鉛を除去できる。

2.1.1.1 USA ニューヨーク市 「最近のリリース」

飲料水中の鉛に対して改善を進める市 (資料4.8参照)
(1998年4月)

- ・1991年米国環境保護局(EPA)の新しい規制は、給水栓における鉛に関する基準値を50ppbから15ppbに引き下げた。
- ・1992年10月にニューヨーク市は、腐食防止剤としてオルトリン酸塩を給水に対して少量添加することを始めている
- ・オルトリン酸塩は、EPA、NSFインターナショナルによって、ニューヨーク市の水にこれを使用することが認められている。

2.1.1.2 リン酸塩に基づく防食剤 (資料4.9参照)

USA Rhodia社の防食剤の技術資料

- ・オルトリン酸塩は飲料用の水における鉛の発生を制御することが可能です。
- ・アメリカ水道協会はこの問題を改善する計画の一環として、沈積・不動態化腐食制御技術を使用するよう推奨している。
- ・炭酸カルシウムの被膜は、ある程度、透過性を有するので、オルトリン酸塩イオンを加えて、水の中に存在する鉛や他の金属と反応させ、はるかに溶解性の低い、透過性の低い被膜を形成することによって、給水管系の水質保全効果が改善される。
- ・オルト/ポリリン酸塩のブレンド剤は、飲料用水等の処理において、腐食制御、鉛と銅の管理等に使用される。それらは一般的にpH6.0から8.5の範囲内で効果的である。

2.1.1.3 オランダ、英国におけるpHと鉛濃度の調査研究

(Internal Corrosion of Water Distribution System)

米国水道協会研究基金(AWWA-RF)(1996年)

- ・オランダでは1984年、各都市の水質と鉛の濃度について調査をし、pHと鉛濃度の各都市ごとの平均値を整理したところ、pHが高いほど鉛溶出濃度が低下する関係が示されている。

表2.3には各都市の水質、及び鉛管のライニングの有無による鉛濃度を、図2.3にはpHと鉛濃度の各都市の平均値を示している。

- ・英国のグラスゴーにおけるpH調整の効果について図2.4に示した。この研究でもpHを上げることにより、鉛溶出濃度の低下傾向が認められると述べている。

Community	Pipe Type*	Geometric Mean Lead, $\mu\text{g/L}$	% Samples <50 $\mu\text{g/L}$	pH	Calcium, mg/L	HCO_3 , $\text{mg/L as CaCO}_3^\circ$	Temperature, $^\circ\text{C}$	ランゲリア指数 LI†
Leeuwarden	L,LT	75	20	7.55	105	405	11	+0.16
The Hague	L	64	27	7.70	89	245	12	-0.16
Rotterdam	L	32	69	8.05	41	139	14	-0.14
Roosendaal	L,LT	42	54	7.60	75	305	11	+0.06
Arnhem	LT	8	98	7.33	20	89	12	-1.28
Tilburg	LT	3	100	7.95	66	274	11	+0.28
Gouda	L	19	90	7.70	85	232	11	-0.06
Haarlem	L	50	36	7.30	88	313	15	-0.17
Zwolle	LT	5	100	7.70	78	207	11	-0.13
Bolsward/Sneek	LT	7	98	7.55	112	480	11	+0.27
Katwijk/Leiden	L	40	63	7.41	112	285	16	-0.07
Utrecht	LT	4	100	7.60	40	146	17	-0.42
Groningen	L	34	82	7.54	62	227	17	-0.14
Maastricht	LT	11	94	7.30	117	408	10	+0.02
Amsterdam	L	13	90	8.00	87	244	10	+0.10
Zutphen	L	68	16	7.60	94	373	11	+0.10
Oudenbosch/Zevenbergen	L,LT	15	74	7.65	99	408	11	+0.26
Eindhoven	LT	5	98	8.15	37	152	11	-0.03
Wasiwijk	L	79	13	6.95	31	98	10	-1.51

Source: After Haring (1984).

*L = lead, LT = lead with tin lining.

† LI = Langelier index.

表 2. 3 オランダ各地の水質と鉛濃度

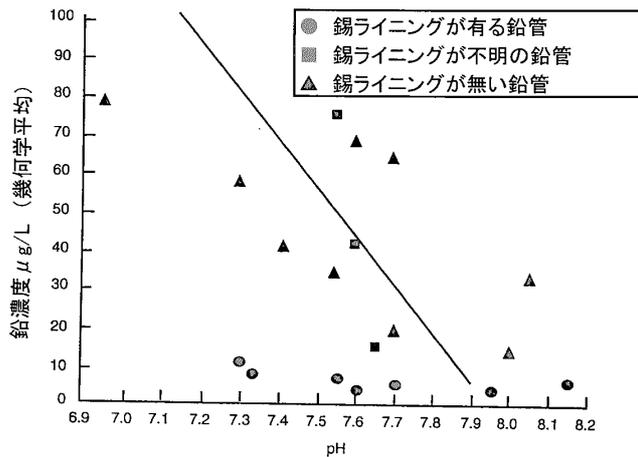


図 2. 3 オランダにおける鉛濃度と pH の研究 (1984)

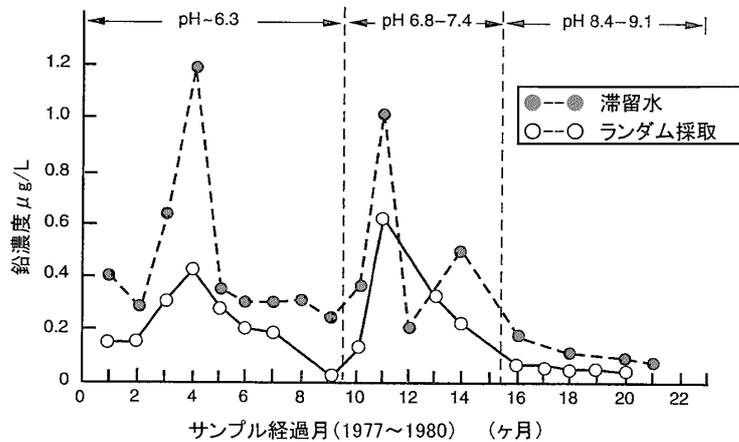


図 2. 4 英国における鉛濃度と pH の研究 (1981)

2.2 わが国における鉛低減対策に関する調査及び資料

1989(平成元)年6月厚生省より「給水管等に係る衛生対策について」の通知が出され、この中で水道水中のpHが低いほど鉛管からの鉛溶出を促進することからpHの改善に努めること。等が指導されている。これを受けていくつかの事業者が検討を行っており、その中からの事例を調査した。

pH調整については大阪市を始め多くの事業者で実施されており、鉛の低減化が図られている。この場合トリハロメタンの生成量が増大するため、その制御について注意が必要である。

2.2.1 大阪市水道局の調査

2.2.1.1 大阪市水道局の調査報告書

大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績第40集(1988)

大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績第46集(1994)

大阪市水道局水道事業研究138号平成8年6月(1996)

(1) 鉛管からの鉛溶出の低減化方法の検討

pHの違いによる鉛溶出量の変化(実験室実験)

pHを6.8から8.0に上げることによって、鉛の溶出量は急激に減少し、また一度pHを高くして溶出量が低くなった鉛管では、再びpHを低くしてもpH調整前のような鉛溶出はみられなかった。

封入水のpHとトリハロメタン増加率(実験室実験)

pHを高くすることで、鉛の溶出は抑制されたが、pHを高くするとトリハロメタン量が増加した。ただし、水温が25以下で、pHが7.5程度に調整されていれば、それほどトリハロメタンは増加しない傾向が得られた。

(2) 銅管・鉛管腐食に関する水質要因とその対策46集(1994)

浄水pH調整による水質影響138号(1996)

流量と鉛溶出濃度

流量をレイノルズ数に換算して、鉛溶出濃度との関係を調べたところ、乱流域においては流量と鉛溶出濃度に高い相関がみられた。

水温と鉛溶出濃度

水温と鉛溶出濃度について、回帰分析したところ、水温が10から30に変化した場合2~3倍に増加すると考えられる。

pH値と鉛溶出濃度

pH値範囲7.0~9.3の鉛溶出濃度について回帰分析を行ったところ、鉛溶出濃度はpH値よりも、水素イオン濃度との相関が高く、水素イオン濃度が高いと鉛溶出濃度も高くなる傾向がみられた。

鉛溶出に関する重回帰分析

流量、水温、pH値、管延長と鉛溶出濃度について、重回帰分析を行い、シミュレーションを行った。この結果、実際の流量に近い値である6l/minのときで、管延長が調査平均の7.8mのときであれば、pH値を7.5に調整することによって、水温が30でも長期目標値である0.01mg/lを下回ることが可能である。ただし、管延長が長い場合はpH調整だけでは長期目標値を超える可能性がある。

滞留時の鉛溶出

滞留時間と鉛の溶出について回帰分析を行ったところ、どんなにpH調整を行っても、基準値を下回るとは困難であると判断されたため、滞留水は飲用以外に使用することが望ましいと考えられる。

溶存物質と鉛溶出濃度

硬度及び塩素イオン濃度と鉛溶出濃度には相関はみられなかった。

粒子の粒径分布

電子顕微鏡による鉛粒子の観察

2.2.1.2 大阪市水道局の事例

pHコントロールに伴う市内給水栓水実態調査

大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績第45集(1993)

pHコントロールに伴う市内給水栓水実態調査(鉛溶出の低減効果について)1993年大阪市水道局柴島試験所

- ・ pH値を7.0から7.5に上げた場合、pH調整後の流水状態の給水栓水で、鉛濃度の1年間の平均値は、pH調整前の平均値と比較して、55%低減(0.020→0.009mg/l)されている。

同様に滞留状態の給水栓水でみると、61%低減(0.064→0.025mg/l)されている。

- ・ 調査方法

調査期間 : 平成5年6月～平成6年7月

pH調整前 2回 測定

pH調整後 4回 測定

(pH調整後 1, 3, 6, 12ヶ月目)

調査地点 : 給水管に鉛管を使用している各家庭の給水栓13箇所

調査方法 : 滞留水(朝一番の開栓直後に採水した試料)と流水(約10l程度流水した後の試料)について、鉛をはじめとする水質調査を行った。

測定方法 : 鉛濃度はフレイムレス-原子吸光光度法にて測定。

- ・ 調査結果

pH調整前後の鉛濃度（平均値 & 最高値：mg/l）

		pH調整前	pH調整後				
			1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	12ヶ月	平均・最高
滞留水	最高値	0.212	0.059	0.075	0.108	0.062	0.108
	平均値	0.064	0.023	0.023	0.026	0.027	0.025
流水	最高値	0.046	0.027	0.025	0.025	0.024	0.027
	平均値	0.020	0.010	0.005	0.005	0.010	0.009

pH調整による鉛溶出の低減効果は明らかであった。

ただし、滞留水中にはpH調整を行っても、基準値 0.05mg/l 以上が溶出する可能性があり、滞留水は飲用以外に使用する必要がある。

また、長期的目標値である 0.01mg/l 以下を考慮した場合、pH調整を行っても基準値を超える可能性があるため、布設替の推進やその他の鉛低減化対策の調査研究が必要である。

2.2.2 各都市の実態調査

鉛問題特別委員会資料から（（社）日本水道協会） 2000年

各都市、表現には違いがあるが、pH調整前後の鉛濃度には改善の効果がみられる。

都市	時期	pH	結果の概要 (鉛濃度・その他コメント)		
			平均	最高値	その他
A	平成 11 年 6 月 (調整前)	7.0 ~ 7.1	平均 0.008mg/l	0.01mg/l 以上は 4/18 件	コントロール後の 冬季は全て 0.01mg/l 未満
	平成 11 年 7 月 (調整後)	7.4 ~ 7.7	平均 0.005mg/l	0.01mg/l 以上は 2/18 件に減少	
B	平成 5 年 6 月 ~ 平成 5 年 7 月 (調整前)	7.0	停滞水平均 0.064mg/l	流水平均 0.020mg/l	
	平成 5 年 8 月 ~ 平成 6 年 1 月 (調整後)	7.5	停滞水平均 0.025mg/l	流水平均 0.009mg/l 管延長の違いによ るばらつきが見ら れた	
C	平成 8 年 9 月 ~ 平成 10 年 3 月	7.3 7.5	20% ~ 30% 削減	ランゲリア指数の 違いによる差は無 い	液化塩素使用時 は流水、停滞水と も 50% 程度溶出 が削減。 次亜塩素酸ソー ダ使用時は流水 では 20%、停滞水 では 40% 削減 された
		7.3 7.5	30% ~ 40% 削減		
		7.8 8.1	50% 削減		

2.2.3 水道管内防食研究（鉛）抜粋

（社）日本水道協会 （1992年）

鉛給水管からの鉛の溶出については管の腐食性と関係が深いと考えられることから他の金属（鉄など）の研究が進んでいる。そのため「水道管内防食技術」(社)日本水道協会 1992年から参考となる資料を取り上げた。

- ・腐食に関する水質などの因子として1) 溶存酸素、2) pH値、3) 遊離炭酸、4) 残留塩素、5) 硬度（カルシウム硬度）、6) アルカリ度、7) その他の溶解性物質（塩素イオン、硫酸イオンなど）、8) 水温、9) 流速、10) バクテリアを挙げている
- ・自動連続式消石灰水溶液注入腐食防止法の中で「日本では地下水や表流水を水源とするほとんどの水道水が極めて軟水で腐食性が強い。(社)日本水道協会では水道水を腐食から守るためにpH値を7.5以上に維持しランゲリア指数(L.I.)を-1.0以上にしよう指導している。鉛溶出に対して厚生省はpH調整を指導している。水道水のpH値を上げるには苛性ソーダ、ソーダ灰、消石灰が使われる。苛性ソーダは取り扱いが容易であることから日本では一般的方法である。価格が高く、ナトリウムは健康には影響が有るという意見もある。経済的にも、腐食防止からも消石灰が優れている。USEPAはナトリウムの飲用水の目標上限値を20mg/lと決定した。しかし消石灰の採用が少ないのは溶解度が低いため、その取り扱いが困難であることが挙げられている。
- ・日本における最近の消石灰注入カルシウム硬度調整腐食防止法
水道用消石灰の効果については昔から知られていたが、スラリーの閉塞、沈殿、粉末の飛散、原料投入の困難等の問題があった。最近になってこれらの欠点を解消した消石灰自動溶解注入設備が開発されている。特徴は消石灰粉末を低速回転の溶解槽に多量投入し、槽下部から給水して必要なだけ溶解させ、生成消石灰飽和水溶液を着水井、混和池、浄水池等へ注入して水のpH調整、硬度調整、L.I.の改善を行い、水道水の腐食性改善、赤水対策、鉛や銅の問題の改善、殺菌用塩素剤の注入低減を図るものである。
日本の水は外国と比べ硬度の低い軟水であり、L.I.が低く、強腐食性である。取り扱いが容易な苛性ソーダ等が使用されるケースがあるが、ナトリウムは高血圧や循環器病の原因の1つとされている。
消石灰を採用した自治体からは赤水発生防止、腐食防止、塩素剤注入低減効果等の効果が報告されている。

2.2.4 鉛抑制剤（オルト燐酸等）に関する調査

わが国では鉛溶出抑制剤を水道水中に添加した例は報告されていないが、実験室レベルでの報文(2.2.1.1、2.2.1.2)の大阪市水道局報告書)が見られる。他方で建築物の給水用防錆剤（ポリ燐酸等）は鉄による赤水対策として広く使用されている。

2.2.4.1 給水用防錆剤（ポリ燐酸等）に関する調査

給水用防錆剤の手引きより（日本給水用防錆剤協会）

(1) 給水用防錆剤の使用に関する法令

- ・昭和 57 年 11 月 厚生省告示第 194 号「中央管理方式空気調和設備等の維持管理及び清掃に係わる技術上の基準」及び、昭和 58 年 3 月 厚生省環境衛生局長通知「同基準に規定する別に定める基準について」のなかで、給水用防錆剤の使用は赤水対策として給水系配管の布設替え等が行われるまでの応急対策として使用する場合の（中略）注入率、品質規格（中略）を定めている。

（中略）(2) 給水栓における水に含まれる防錆剤の注入率は、赤水等を防止し得る最低濃度とし、定常状態においては、リン酸塩を主成分とするものにあつては 5 酸化リン (P_2O_5) として 5mg/l、ケイ酸塩を主成分とするものにあつては二酸化ケイ素 (SiO_2) として 5mg/l、両者の混合物を主成分とするものにあつては 5 酸化リン及び二酸化ケイ素の合計として 5mg/l を超えてはならないこと。また、注入初期においては、いずれの場合も 15mg/l を超えてはならないこと。

品質規格については別表（省略）に定めている。

- ・昭和 59 年 8 月 厚生省生活衛生局企画課長（通知）「特定建築物における給水用防錆剤の使用基準等に関する留意事項について」
恒久対策が行われるまでの応急対策として使用する際の基準であること。特定建築物以外の建築物で多数の利用者が使用し、または利用するものにおいても、防錆剤を使用する場合には、局長通知に定める使用基準に従って使用することが望ましいものであること。
- ・昭和 61 年 9 月 厚生省生活衛生局企画課（事務連絡）「給水用防錆剤の適用範囲等について」
 1. 給水栓から採取した水の色度が 5 度を越える場合でその原因が鉄等である場合。
 2. 給水栓から採取した水の鉄が 0.3mg/l を超える場合。
 3. 早朝あるいは休日明け等の開栓直後に赤水が認められ、短時間の内

に赤水領域に達すると判断される場合

(注) 但し、この場合初期注入は行わず当初より定常注入濃度範囲(5mg/l以下)の注入を行うことを原則とする。

(2) 防錆剤の安全性について

給水用防錆剤に使用されるポリリン酸ナトリウムとメタケイ酸ナトリウムの安全性は、催奇形性、発がん性、変異原性は認められず、2年間の慢性毒性試験から、ポリリン酸は20,000ppm(750mg/kg/day)と推定された。メタケイ酸の毒性の出現しない最大安全量は1500ppm(79.2mg/kg/day)である。従って使用開始時の15ppmでは1,000~1,500倍定常濃度5ppmでは3,000~4,500倍の安全係数を持つ。

ポリリン酸については体重60kgの成人が2~3l/day、体重10kgの小児が1~2l/dayの飲用水を飲むとすると、成人は1,000倍~1,500倍小児は250倍~500倍まで変化が出ない。食品で考えられている100倍の安全係数を大きく上回る。これは飲用可能な量の300~400倍の水を飲んででもポリリン酸の中毒は発生しないことを意味する。

(3) 給水用防錆剤の種類と特徴

リン酸塩系防錆剤は大別してポリリン酸塩($M_{n+2}P_nO_{3n+1}$)とメタリン酸塩($(MPO_3)_n$)がある。

リン酸塩は一般式、 $xM_2O \cdot yP_2O_5$ で表し、 $X/Y=R$ とすれば、

$R=3$ オルトリン酸塩 $Na_3PO_4(3Na_2O \cdot P_2O_5)$

$2 > R > 1$ ポリリン酸塩 $Na_4P_2O_7(2Na_2O \cdot P_2O_5)$

$R=1$ メタリン酸塩 $(NaPO_3)_2(Na_2O \cdot P_2O_5)$

$1 > R > 0$ ウルトラリン酸塩 $Na_2O \cdot 2P_2O_5$

であらわせられ、

- ・ 常温で可溶性、nが大きいほど溶解度大
- ・ 水溶性で徐々に低重合体に分解し、オルトリン酸に移行する。
- ・ 金属イオンと可溶性の錯塩を作る。
- ・ 金属表面に被膜を形成し、防食作用をする。等の性質を持つ。

(4) 環境負荷について

公共用水域の富栄養化防止のため、水質汚濁防止法による排水基準(リン)は日間平均値8mg/l、最大値16mg/lと定められている。

(5) 使用は応急対策

使用基準では給水用防錆剤の使用を「恒久対策が行われるまでの応急対策」と位置付けているが、その利便性から予防的に使用される場合もあるが、目的は応急対策であるから予防的使用はまだ防錆剤を使

用する必要がない状態であるので原則として行わないようにすべきである。

(6) 使用の告知等 (建築物に関する)

不特定の建築物利用者は防錆剤を含有する水を知らぬ間に利用するという結果となるので、利用者の納得を得る観点から、給水用防錆剤使用に関する表示を行うよう検討することが臨まれる。

2 . 2 . 4 . 2 大阪市水道局の調査報告書

鉛管からの鉛溶出の低減化方法の検討

大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績第 46 集 (1994)

オルトリン酸添加による鉛溶出抑制効果

オルトリン酸無注入と 1.0mg/l 注入の鉛溶出濃度を比較したところ、流水においては、pH 値に関係なく、オルトリン酸注入の方が鉛溶出の抑制効果があり、無注入に比べて鉛溶出濃度はほぼ半減した。また、その抑制効果は pH 調整よりも効果が高いと判断される。

ただし、滞留水の場合は滞留初期には効果があるが、滞留時間の経過とともにその抑制効果は低下するため、滞留水にはほとんど効果がないと考えられる。

pH 調整による鉛制御を行っている上記の事例を表 2 . 3 に示す。

表 2.4 各都市の pH調整による鉛低減効果の調査

水道事業体	適 応	pH 値	結果の概要 (鉛濃度・その他コメント)		
			停滞水	流水	時期
大阪市水道局	(調整前)	7.0	0.064mg/l	0.020mg/l	平成 5 年 6 月～平成 5 年 7 月
	(調整後)	7.5	0.025mg/l	0.009mg/l	平成 5 年 8 月～平成 6 年 7 月
A 市 注 2	(調整前)	7.0～7.1	平均 0.008mg/l	0.01mg/l 以上は 4/18 件	平成 11 年 6 月
	(調整後)	7.4～7.7	平均 0.005mg/l	0.01mg/l 以上は 2/18 件に減少	平成 11 年 7 月～調整後の冬季が全て 0.01mg/l 以下
B 市 注 2	(第 1 回調整)	7.3 7.5	20%～30%削減	ランゲリア指数の違いによる差は無い	液化塩素使用時は流水、停滞水とも 50%程度溶出が削減。 次亜塩素酸ソーダ使用時は流水では 20%、停滞水では 40%削減された
	(第 2 回調整)	7.3 7.5	30%～40%削減		
	(第 2 回調整)	7.8 8.1	50%削減		
米国ハンプシャー州 Durham 市	(調整前)	7.2～7.7	0.015～0.040mg/l	0.046mg/l (90%順位値)	pH 方法：NaOH 調整 DIC3～4mg-C/l
	(調整後)	8.1～8.8	0.005mg/l 以下		
米国カルフォルニア州 Martinez 市	(調整前)	8.4	回目 0.018mg/l 回目 0.029mg/l	90%順位値 90%順位値	・ pH 方法：NaOH 調整 クロラミン処理 ・ オルトリン酸・シリカは不採用
	(調整後)	9.0	回目 0.006mg/l 以下 回目 0.006mg/l 以下	90%順位値 90%順位値	
米国ワシントン州 Bellingham 市	(調整前)	7.3	回目 0.019mg/l 回目 0.023mg/l	90%順位値 90%順位値	・ pH 方法：Na ₂ CO ₃ 調整 ・ アルカリ度 1～27mg/l
	(調整後)	7.8～8.0	回目 0.011mg/l 回目 0.006mg/l	90%順位値 90%順位値	
米国マサチューセッツ 州 Boston 市	(調整前)	6.5～7.0	平均 0.041～0.123mg/l 90%順位値 0.077～0.191mg/l		・ アルカリ度 10mg/l 以下
	(調整後)	7.5～7.8	平均 0.023～0.031mg/l 90%順位値 0.048～0.083mg/l		・ アルカリ度 20～30mg/l 以下

注 1：米国の事例は pH調整のみとしオルトリン酸の使用例は省いた。

注 2：「各都市の実態調査」(社)日本水道協会の「鉛問題特別委員会資料」から転載

第3章 給水装置末端（浄水器）の調査

3.1 浄水器に係わる法、規格、基準の調査

浄水器等に係わる法基準等については以下のようなものがある。この中から鉛低減に関連するものを調査した。これらについては平成10年度厚生省委託費による「新型給水装置の機能評価に関する調査（浄水器等に関する調査）」でも調査がされているため参考にした。

3.1.1 家庭用品品質表示法施行令の1部を改正する政令

・通商産業省告示第41号 平成12年1月（資料-4.10参照）
その中で「浄水能力は除去対象物質の名称を示す用語ごとに表示することとし、総ろ過水量、除去率80%である旨及び日本工業規格S3201（家庭用浄水器試験方法）に基づき測定した試験結果である旨を付記すること（中略）また除去対象物質の名称については（中略）当該欄に掲げる用語を用いて表示すること。「重金属：溶解性鉛」（表から抜粋）とされた。

3.1.2 日本工業規格 家庭用浄水器試験方法 JIS S 3201

平成11年2月（資料4.11）

この規格では適用範囲として「ろ材を用いて水中の溶存物質などを減少させる機能をもつ、主に家庭用の水処理器具（以下浄水器という）の試験方法について規定している。試験の種類は次のとおりである。

- 1) ろ過流量試験
- 2) 除去性能試験
 - ・溶解性鉛除去性能試験等 全6項目
- 3) ろ過能力試験
 - ・溶解性鉛ろ過能力試験等 全6項目

3.1.3 日本水道協会規格「浄水器」 S102 平成10年3月（資料4.12）

水道水中の溶存物質などを減少させることを目的として活性炭、又は活性炭と他のろ材を組み合わせた水処理器具の（中略）濁質及び残留塩素の除去性能、ろ過能力について規定されている。

鉛の除去については触れられていない。

3.1.4 日本建築センター性能評定

日本建築センター性能評定の機器類浄水器等は示されているが鉛除去については特には述べられていない。

3.1.5 給水装置の構造及び材質の基準に関する省令

省令には浄水器に関する明確な記載はない。

5.1.6 浄水器協議会自主基準 JWPAS 平成12年 (資料4.13)

水道水等飲用水(水道水質基準に適合した水)から、ろ材、媒体等を用いて、溶存物質(残留塩素、濁質、トリハロメタン、金属等)を減少させる(継続して減少させる性能又は能力を有すること)水処理器具をいう(中略)としている。

特定物質除去に関する浄水器規格 JWPAS B-10-2000 では「除去性能、及びろ過能力について規定し、除去対象物質の基準項目で金属、重金属類とし、その中に鉛の基準を記載している。

また試料水濃度範囲と、ろ過水濃度の基準値には試料水濃度の中心値の80%除去値を記載している。

表 - 3 - 1 試料水濃度範囲とろ過濃度の基準値

除去対象物質	試料水濃度範囲	ろ過水濃度の基準値
鉛	0.05 ± 0.005 mg/l	0.01 mg/l

溶解性金属試験方法は特定物質除去に関する浄水器試験方法(B基準試験方法)で規定している。

2.1.7 NSF規格(飲料水処理装置)

NSFの規格及び基準の内、浄水器関連は以下のものである。

- 1) ANSI/NSF 42 飲料水処理装置 - 味・臭・色への影響
- 2) ANSI/NSF 44 住宅用の陽イオン交換軟水装置
- 3) ANSI/NSF 53 飲料水処理装置 - 健康への影響
- 4) ANSI/NSF 55 紫外線・微生物による飲料水処理装置
- 5) ANSI/NSF 58 逆浸透圧式飲料水処理装置
- 6) ANSI/NSF 62 飲用水蒸留装置

・この中から鉛の基準に関するものは ANSI/NSF 53、58、62 である。特に ANSI/NSF 53 飲料水処理装置 - 健康への影響 - の中から化学物質除去の要求事項(表 - 3 - 2 抜粋)を掲載した。

表 - 3 - 2 NSF化学物質除去に関する要求事項

物質	被験流入水中の濃度 mg/l	処理水中の最大濃度 mg/l	USEPA 測定方法 No.
鉛	0.15 ± 10%	0.015	200.8, 200.9

(鉛の項目のみ抜粋)

・この中には化学物質除去試験方法のうち金属除去試験水について規定し、試験方法も詳細が記述されている。

「試験方法の要約」 鉛濃度 0.15 mg/l の試験水を2種類の pH に調整し、決められたサイクルで浄水器に流入、停止を少なくとも1日16時間繰り返す。また試験水量はメーカーが申請した試験水量の2倍を通水する。その後、鉛濃度

- を測定し、鉛濃度の上限が 0 . 0 1 5 mg/ l であること。
- ・ JIS と NSF の試験方法の主な差異の比較を表 - 3 - 3 に記載した。

表 - 3 - 3 浄水器に関する法規、規格、基準比較表

法規、規格、基準	性能表示に関するもの	試験方法に関するもの	除去物質																	
			遊離残留塩素	濁質成分	揮発性有機化合物	2-メチルイソボルネオール (2MIB)	2-クロロ-4,6-ビス(1,3,5-トリジン) (CAT)	マンガ	アルミニウム	鉛									除去基準 (%)	性能表示
										分析の水	pH	試薬	試験水濃度 (mg/l)	ろ過水濃度 (mg/l)	水圧 (MPa)	運転条件				
水温 ()	通水	分析方法																		
「家庭用品表示法」	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80%	80%までのろ過水量
JIS-S 3201 「家庭用浄水器試験方法」	-	-	-	-	-	-	-	-	JIS-k 0557 に規定する A2 または同等	-	硝酸鉛	0.050 ± 0.005	0.01	0.10	20 ± 3	連続	原子吸光法または ICP 発光分光分析法	-	-	
JWWA S102 「浄水器規格」	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
JWPAS 「浄水器規格基準」	-	-	-	-	-	-	-	-	(JIS)	-	(JIS)	(JIS)	(JIS)	(JIS)	(JIS)	(JIS)	(JIS)	80%	80%までのろ過水量	
NSF ANSI/NSF42 ANSI/NSF53	-	-	-	-	-	-	-	-	別途規定有	6.5 ± 0.25 8.5 ± 0.25	PbCl ₂ (塩化鉛) または Pb(NO ₃) ₂ (硝酸鉛)	0.15 ± 0.015	0.015	0.41	20 ± 2.5	断続	USEPA Method 200.9	90%	(1) インジケータ 90%までのろ過水量の 100/120 (2) インジケータなし 90%までのろ過水量の 100/200	

3.2 鉛低減が可能としている浄水器の調査

国内で販売されている浄水器の全てを調査することは困難であるので、浄水器協議会加盟各社（49社）にアンケート方式で鉛を除去できるとしている浄水器の調査を実施した。（平成13年5月）

3.2.1 アンケートの回答件数

回答会社：21社 / 49社（43%）（浄水器協議会会員 2001.5.現在）
（製品、部品、OEM先、元も含む）

3.2.2 鉛の低減に適した浄水器

- ・適している浄水器があると回答した会員会社
会社数 10社 / 21社
- ・適している浄水器
機種数 39機種 / 143機種
- ・不適の機種 85機種
- ・その他：いままで鉛に関する試験は未確認、または鉛除去とは表示していない。と答えた機種
19機種

3.2.3 鉛低減に適しているとした理由

- ・ JIS S3201 の測定法で鉛除去率 80% を満足している。
24機種
- ・ NSF の鉛の性能を満足している。 1機種
- ・ 社内基準で定めている。 0機種
- ・ その他 14機種
（RO膜方式でありイオン除去性能で試験）

3.2.4 鉛低減に適しているとしたメーカー別浄水処理方式

鉛低減に適している浄水器についてメーカー別、機種別の浄水処理方式を表 3-4 に示した。

表 3-4 メーカー・機種別 浄水処理方式

会社 機種	活性炭	プレフィルタ -	中空系 膜類	RO膜 類	イオン 交換樹 脂類	ミネラル添 加等	特殊充填 剤（未公 表）	理由
A社 a1								J
A社 a2								J
B社 b1								J
C社 c1								J
C社 c2								J
D社 d1								J
D社 d2								J
D社 d3								J
E社 e1								J
E社 e2								J
E社 e3								J
E社 e4								J
E社 e5								J
F社 f1								J
G社 g1								N
H社 h1								J
H社 h2								J
H社 h3								J
H社 h4								J
H社 h5								J
I社 i1								他
I社 i2								他
I社 i3								他
I社 i4								他
I社 i5								他
I社 i6								他
I社 i7								他
I社 i8								他
J社 j1								J
J社 j2								J

理由 J は JIS の試験方法、N は NSF の試験方法

3.2.5 その他の調査項目

水道協会認定未認定(認定、未認定)

認定種類(型、 型)

型：給水栓等の1次側真近に取り付け、常時圧力が浄水器に作用するもの。

型：給水栓の2次側に取り付け、常時圧力が浄水器に作用しないもの。

設置場所

公称能力(時間当たり流量)

本体の販売価格

3.2.6 鉛低減に適する浄水器、及び低減の可能性がある浄水器

鉛低減に適しているとした浄水器及び、確認してみないと適していないかどうか不明の浄水器について表 3-5 にそのアンケート結果を一覧表にした。

3.2.7 NSF に認定された浄水器の調査

NSF に認証されている飲料水処理装置の中で化学物質除去試験方法の「鉛」に該当する製品についてインターネットで検索を行った。

検索結果

・製造会社 : 106社

・鉛項目について認証された機種 : 611機種

表3-5 鉛低減に適及び未確認の浄水器等の一覧表

(1)

会社名	機種	鉛除去 1.適 2.未確認等	試験法 1.JIS 2.NSF 3.他 1	水道協会 1.認定 2.未認定	認定種類 1.型 2.型 2	設置場所 1.メータ下流 2.給水栓直前 3.給水栓直後 4.その他 3	公称能力 (l/Hr)	浄水処理方法						放流時間の表示 1.表示 2.非表示	価格 本体のみ (円)	
								活性炭	プレフィルター	中空糸膜	RO膜	イオン交換樹脂	特殊充填材未公表 4			ミネラル添加
A	a1	1	1	2		3	180	○		○			○	○	2	118,000
A	a2	1	1	1	2	3	180	○		○			○	○	2	
B	b1	1	1	2		3	120	○		○			○		1	
C	c1	1	1	2	2	3		○		○			○		1	78,000
C	c2	1	1	1	2	3		○	○	○					1	18,500
D	d1	1	1	2		3	180	○		○			○		1	39,800
D	d2	1	1	2		3	150	○		○			○		1	33,000
D	d3	1	1	2		3	270	○		○			○		1	61,000
E	e1	1	1	1	回分式	4		○					○			
E	e2	1	1	1	回分式	4		○					○			
E	e3	1	1	1	回分式	4		○					○			
E	e4	1	1	1	回分式	4		○					○			
E	e5	1	1	1	回分式	4		○					○			
F	f1	1	1	2	2	3	120	○			○			○	1	35,000
G	g1	1	2	2		3	228	○	○				○		1	
H	h1	1	1	1	2	3		○	○				○		1	
H	h2	1	1	1	2	3		○	○				○		1	
H	h3	1	1	1	2	3		○	○				○		1	
H	h4	1	1	1	2	3		○	○				○		1	
H	h5	1	1	1	2	3		○	○				○		1	
	i1	1	3			2.3	8	○					○			285,000
	i2	1	3	1	1	2.3	8	○					○			330,000
	i3	1	3			2.3	8	○					○			328,000
	i4	1	3			2.3	8	○					○			
	i5	1	3			1.2	25~50	○					○			
	i6	1	3			1.2.4	75~200						○			
	i7	1	3			1.4	600~12500						○			
	i8	1	3			4	16~125						○			
J	j1	1	1	2		3	240	○		○			○		1	
J	j2	1	1	2		3	240	○		○			○		1	
K	k1	2		1	2	3		○					○		1	8,500
K	k2	2		1	2	3		○					○		1	7,800
K	k3	2		1	2	3		○					○		1	8,800
K	k4	2		1	2	3		○					○		1	オープン
K	k5	2		1	2	3		○					○		1	11,000
K	k6	2		1	2	3		○					○		1	25,000
K	k7	2		1	2	3		○					○		1	8,800
K	k8	2		1	2	3		○					○		1	6,800
K	k9	2		1	2	3		○					○		1	8,800
K	k10	2		1	2	3		○					○		1	6,800
K	k11	2		1	2	3		○					○		1	11,500
K	k12	2		1	2	3		○					○		1	
K	k13	2		1	2	3		○					○		1	
L	L1	2														
M	M1	2		1	2	3	2	○	○				○		1	

印の説明

- 1
 - 1.JIS JIS3201の測定法であり、溶解性鉛が80%除去に適する試験法
 - 2.NSF (National Sanitation Foundation)
米国のNSF規格であり、浄水器規格(鉛基準:0.015mg/l)に適する試験法
 - 3.その他自社規格など
- 2
 - 型 給水栓手前に設置常時圧が懸かっている
 - 型 給水栓後に設置し常時水圧がかかっていないもの
- 3
 1. はメータ下流直後
 2. はビルトインタイプまたはアンダーシンク型
 3. は蛇口取り付けタイプまたは卓上型
 4. は回分式(ポット型)
- 4
 - 特殊充填材未公表とあるのは鉛が除去できると推定される、ろ材

浄水器別ろ材の詳細の表

会社名	機種	鉛除去 1. 適 2. 未確認等	試験法 1. JIS 2. NSF 3. 他 1	浄水処理方法												
				活性炭			プレフィルター			膜			イオン交換			
				種類 1. 粒状 2. 繊維状 3. 両方	容量 (l)	接触時間 (分)	種類	分離特性 (μm)	フィルター 総面積 (m^2)	種類	分離特性 (μm)	フィルター 総面積 (m^2)	充填剤の名称	充填量 リットル		
A	a1	1	1	2								中空系膜			なし	
A	a2	1	1	2								中空系膜			なし	
B	b1	1	1	1	0.5							中空系膜	0.3	0.5	陽イオン交換樹脂	0.1
C	c1	1	1	1	非公開			なし				中空系膜	非公開	非公開	イオン交換樹脂	
C	c2	1	1	1	非公開			不織布	粗ごみ			中空系膜	非公開	非公開	イオン交換樹脂	
D	d1	1	1	3	0.65	0.2						中空系膜	0.1	0.8	ハイドロキシアパタイト	0.12
D	d2	1	1	3	49	0.2						中空系膜	0.1	0.8	ハイドロキシアパタイト	0.08
D	d3	1	1	3								中空系膜	0.1	1	ハイドロキシアパタイト	0.3
E	e1	1	1	1											イオン交換樹脂	
E	e2	1	1	1											イオン交換樹脂	
E	e3	1	1	1											イオン交換樹脂	
E	e4	1	1	1											イオン交換樹脂	
E	e5	1	1	1											イオン交換樹脂	
F	f1	1	1	1	0.35	340						中空系膜	0.04	0.8	キレート樹脂	0.08
G	g1	1	2	1				不織布	5							
H	h1	1	1	1	0.5	0.1		PVA	70	0.008		中空系膜	0.1	0.6		
H	h2	1	1	1	0.5	0.1		PVA	70	0.008		中空系膜	0.1	0.6		
H	h3	1	1	1	0.5	0.1		PVA	70	0.008		中空系膜	0.1	0.6		
H	h4	1	1	1	0.5	0.1		PVA	70	0.008		中空系膜	0.1	0.6		
H	h5	1	1	1	0.5	0.1		PVA	70	0.008		中空系膜	0.1	0.6		
	i1	1	3	1.2	1	1						中空系型逆浸透膜	塩除去率	3		
	i2	1	3	1.2	1	1						中空系型逆浸透膜	塩除去率	3		
	i3	1	3	1.2	1	1		デブス	5			中空系型逆浸透膜	塩除去率	3		
	i4	1	3	2	0.3	0.5						中空系型逆浸透膜	塩除去率	3	アニオンカチオン	0.8
	i5	1	3									中空系型逆浸透膜	塩除去率			
	i6	1	3					デブス	5			中空系型逆浸透膜	塩除去率			
	i7	1	3					デブス	5			中空系型逆浸透膜	塩除去率			
	i8	1	3					デブス	5			中空系型逆浸透膜	塩除去率			
J	j1	1	1	1.2	1	0.25		不織布		0.0053		中空系膜	0.15	0.5	無機イオン吸着剤	0.033
J	j2	1	1	1.2	0.9	0.225		不織布		0.0053		中空系膜	0.15	0.5	無機イオン吸着剤	0.033
K	k1	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k2	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k3	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k4	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k5	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k6	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k7	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k8	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k9	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k10	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k11	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k12	2		1				なし				中空系膜	0.1			
K	k13	2		1				なし				中空系膜	0.1			
L	L1	2														
M	M1	2		1	33g	1		ABS		240		中空系膜				

3.3 浄水器性能実験のために今後に残された課題

浄水器の性能試験方法としては、JIS により規定されているが、硝酸鉛溶を用いた溶解性鉛の除去性能試験である。

実際の給水管中に存在する鉛については、溶解性以外にも不溶性あるいはコロイド状鉛として存在するらしいことが、いくつか報告されている。

実際の鉛の存在状態を反映した除去実験を行うには、鉛の給水管内の存在状態、試験の再現性、使用する試験水、測定方法等の幾つかの検討すべき課題があるため、その問題点と試験にあたり注意すべき点について整理した。

- 1) 実際の水道水中の鉛は、溶解性か不溶性か、また、その存在比はどの程度か？
(問題点等)
 - (1) 給水栓から流出する鉛の存在状態は、溶解性だけか否か、水質条件が変わる場所で複数確認をする必要がある。(実際には、水質別、水源別(表流水、地下水)等代表的な事例をいくつか全国的に選び出して確認する)
 - (2) 滞流水と流水では、存在状態は変化するか。
 - (3) 溶解性と不溶性を分ける基準は何か。(メンブレン 0.1 ~ 0.45 での分離か)
 - (4) 溶解性か不溶性かは、水質条件により変化するか。
 - (5) 鉛を測定する際、同時に測定すべき鉛に関連する水質項目は何か。
- 2) 鉛除去性能試験に用いる試験水は、実際の鉛管流出水を使用すべき。
(問題点等)
 - (1) 実際の鉛管から流出する鉛は、一定な濃度が得られないため「再現性」が確保できない可能性がある。
 - (2) 「再現性」が確保できないといっても、より実際に近い状態で試験するためデータを蓄積するという観点から意味がある。
 - (3) 試験に用いる鉛管は、掘り上品を使うことになるが濃度が一定に馴致するまで、一定の流出期間が必要である。
 - (4) 水温が高いほど流出濃度が高くなるため、実験期間には高水温時を入れておく等、実験時期への配慮が必要である。
 - (5) 実際の鉛管を用いた実験は再現性が確保できないため必要無いとの意見もあり、代替案として全国の水道水に硝酸鉛を添加して、溶解性の状態が変化するのか確認する方法も考えられる。

- 3) 試験水は、実際の給水管鉛の状態に近似した実験用調整水を使用すべき。
(問題点等)
(1) 実際の鉛給水管の鉛に存在状態を合わせられるのか。
(2) J I S に準拠した方法で行って見ることも必要か。
- 4) 標準液の作り方
(問題点等)
(1) 掘り上鉛給水管を使い、その滞流水を採水し標準液の原液とする。
(2) 掘り上鉛管を更に細分し、タンク等に水道水と共に鉛の濃厚原液を作る。
(3) 硝酸鉛液を pH 調整や炭酸処理するなど、不溶性の鉛が出来ないか。また、この場合、実際の鉛給水管中の鉛と物理的性質は同等か。
(4) 以上の鉛の性質は、実際の鉛給水管中の鉛と状態は一緒か。
(5) 標準液を作って行うまでの意味はあるのか。
(6) 粒子状の鉛については、代替としてカオリンを使用してはどうか。
- 5) 不溶性鉛の分離方法
(問題点等)
(1) 溶解性、不溶性の分離を行う膜孔径はどの程度にするか
(2) メンブレン膜を用い 0.1 ~ 2 μm の範囲から数点選び決めるか。
0.1、0.2、(0.30)、0.45 の提案もある。
(3) メンブレン膜自体の孔径はかなり幅があるため、あまり細分化しても意味ない可能性もある。
- 6) 給水管中鉛の存在状態の確認
(問題点等)
(1) 溶解性、不溶性の分離メンブレン孔径を決定する。
(2) 各地で採水する場合、メンブレンのばらつきを抑えるために、同一ロットから製作したメンブレンを使用するか、配布する。
(3) 測定時には、他の水質項目、pH、水温、残塩、アルカリ度、総硬度、塩素イオン、炭酸水素イオン、ケイ酸塩、電気伝導率、なども同時に測定する。
(4) 鉛のほかにアンチモンについても測定する。
- 7) 試験する浄水器の選定
(問題点等)
(1) 処理方式別に代表的な機種を選定する。(セラミックス等も対象

とするか)

- (2) 膜の分離性能が仕様上同一でも、膜の種類により捕捉され方が異なる。

8) 浄水器の性能試験方法

(問題点等)

- (1) 使用者の使用実態に合わせた方法で行う。
- (2) 濃度の違う水を交互に流すなどの方法はとれるか。
- (3) 通過水量は性能保証水量まで行うか、途中で適宜測定するか。
- (4) 一般家庭では給水栓を5～10 l/minの範囲で使用することが多いが、浄水器では3 l/min以下となることが多い。
- (5) 分析定量限界は0.0001～0.0005 mg/l程度のため、ある程度の濃度が無いと比較が難しい。
- (6) 浄水器内の滞流水と流水も比較する。
- (7) メンブレン膜に溶存体鉛が捕捉されないか。
- (8) 膜表面に堆積した鉛からの再溶出が無いか。

3.4 鉛低減のための浄水器に関するアンケート調査票

(財)水道技術研究センター
管路技術部

TEL : 03-3597-0213

FAX : 03-3597-0215

e-mail: uwhattorig@mail.mizudb.or.jp

貴社名	
所属	
連絡者ご氏名	
連絡者電話番号	
連絡者FAX番号	
e-mail	

・設問1～4まではP-1に記入、設問5～10まではP-3の機種別調査用紙に記入をお願いします。

設問1 調査結果の取り扱いについて

1. 公開してよい
(どちらでも良いも含む)
2. 非公開にして欲しい
3. 条件付であれば公開可

条件: _____

設問2 貴社には何機種の浄水器を販売していますか？

1. 家庭用 _____ 機種
2. 業務用 _____ 機種
3. その他 _____ 機種
4. _____

設問3 貴社の浄水器には水道水中の鉛の低減に適しているものがありますか？

1. 適している浄水器 _____ 機種
2. 不適 _____ 機種

設問4 鉛低減に適しているとした理由

1. JIS S3201の測定法で鉛除去率80%を満足している _____ 機種
2. NSFの性能(鉛の項)を満足している _____ 機種
3. 社内基準で決めている _____ 機種
4. その他(_____) _____ 機種

設問5～10 はP-3の機種別調査用紙に記入をお願いします。
(不足の場合はコピーしてご使用ください。)

資料編は添付を省略