

水質改善に関する研究

高 瀬 信 子

緒 言

水はわれわれの生活現象のすべてにおいて不可欠の要素であり、とくに飲料水としての水はわれわれの生命と直結していることから、一定の化学的性質を具備すると共に種々の衛生学的基準が要求される。本学使用の水は源泉が洪積紀層に属する褐鉄鉱を含有する地層を通過する地下水であるため肉眼的にも鉄分の含有が観察され衛生学的見地より検討の余知があるように思われる。

一般に地下水は鉄分を含有することが多くこの鉄分も含有形態により除去に基だ困難をきわめる場合が多い。すなわち水中における鉄分の形態としては重炭酸第一鉄、水酸化第二鉄、硫酸第一鉄そして有機鉄、コロイド鉄などが知られているがこれら鉄分を除去する方法として主にイオン交換樹脂による方法と凝集方式による方法の2つがあげられる。前者は他の有効成分であるCa、Mgをも同時に除去してしまう結果あらためてCa、Mg塩類の補給が必要となり操作上或いは時間的な問題さらには経費の点で実用の域に達しえない。また金属イオン封鎖剤による方法があるがこれは金属イオンを一時的に不活性化するだけでその成分は除去されないし何かの原因で再び活性化される危険性がある故最善な方法とはいいがたい¹⁾。望ましくかつ実用的な鉄分除去の方法としては経費が安く、短時間で操作ができ所定のSampleのえられることが必要であるが目下のところ目的にかなった方法が見出されていない。しかしながら水中に含まれる不純物の中、濁度成分、微生物コロイド、有機鉄、コロイド鉄及び高分子物質は凝集沈澱剤添加により容易に濾過が可能であるとの報告²⁾から鉄分除去には凝集方式によることが最善の方法と思われ、短時間処理という観点から薬剤沈澱による方法が最適であると考えられる。

そこでわれわれは本学の源泉である地下水の諸性質を明らかにしてその鉄分を除去する目的で凝集剤を使用しその使用適量につき検討したのでここにその詳細を報告する。

実 験 方 法

1. 原水の分析

原水の一般分析は厚生省公衆衛生局環境衛生部水道課編集の方法³⁾によった。

- ① 濁度：原水100mlをとり白濁度標準液と比色して定めた。
- ② 蒸発残渣：原水100mlをとり蒸発乾固して求めた。
- ③ 硬度：原水100mlにつきCBT指示薬を用いEDTA溶液による滴定法によった。

④ KMnO_4 消費量：原水100mlにN/100 KMnO_4 液10mlを加えて煮沸し次いでN/100蓆酸ソーダ液10mlを加えて脱色させて後N/100 KMnO_4 液で滴定して算出した。

⑤ 鉄：O-フェナンスロリン法により行ない、比色は東京光電光度計によった。

⑥ 塩素：原水50mlにつきN/100 AgNO_3 による滴定法によった。

⑦ pH：日立堀場pHメーターによった。

2. 凝集剤による処理

凝集剤選定に当り凝集効果、水温、時間等が十分検討されなければならない。すなわち薬剤処理により、1) 水質に適した薬剤を使用すること、2) 加えた薬品が速やかに水と混和すること、3) 薬品混和後水温、攪拌の程度を考慮し適當の流速によりフロック形成を助成すること、これらの条件を満点すべく材料の選定が必要である。そこで予め試験ずみの薬剤の中アルミニウム剤2種(硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16 \sim 18\text{H}_2\text{O}$ 、塩化アルミニウム $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)を主剤に、副剤(補助剤)としてアルギン酸ソーダ及び水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を選定して実験を行なった。

すなわち、原水1000mlにつき水酸化カルシウム1ppm、アルギン酸ソーダ2ppmを添加し主剤である硫酸アルミニウム、塩化アルミニウムについては別々に10、15、20、25、30、35、40ppm加えて2~3時間放置し両者の水中不純物の凝集状態を比較すると共にその使用適量につき検討した。なお実験に先立ち用いた薬剤は各々正確に0.1%溶液を調製しその2mlを1000mlに混和すれば1ppmになるように操作して行なった。

また処理水の分析の中硫酸イオンの定量は、検水50mlを用いEDTA法すなわち BaCl_2 液を加えて硫酸イオンを沈澱させ未反応のBaイオンをEDTA標準液で滴定する方法によった。

実験結果並びに考察

1. 原水の性質

上記の方法にしたがって原水中の諸性質を調べた結果は表1に示したごとくである。

表1 原水の分析

	甲	乙	飲料水基準
濁度(度)	4	2.4	5以下
蒸発残渣(ppm)	120	—	500 //
硬度(ppm)	20.9	26.4	15 //
KMnO_4 消費量(ppm)	13.6	—	10 //
鉄(Fe)(ppm)	0.957	0.375	0.3 //
塩素(Cl)(ppm)	10.7	5.5	30~200
pH	6.6	6.85	5.8~8.6

すなわち、甲表における値はわれわれの行なった分析値であるが正確度を判定する目的から一方専門家(西宮市栗田工業株式会社、中央研究所)に依頼しあわせて比較検討してみた。その値が乙表に示したものである。これより硬度、 KMnO_4 消費量、鉄分が基準よりやや多いことがわかる。とくに鉄分の除去は困難であって純水装置を通

過してえた基準量以下の水であっても日時の経過につれて茶褐色の水酸化鉄が分離沈澱するこ

とを認めた。

これは原水中の鉄分が酸化鉄であるため肉眼的に鉄分の存在を認めても分析に当り遊離してこないため値としては実際より低い値を示すところに検索の余地があると思われる。前述の如く鉄分の除去にはいろいろな方法が知られているが、かかる水は鉄分が小さなコロイド状を呈するため簡単な濾過方法では困難と思われる。すなわち濾過ということはある程度以上の大きさの固形物にだけ必要であって固形物があまり微細であると過材を通りぬけてしまうからである。このような場合には小さなコロイド粒子をある大きさの固形物に凝集沈着せしめて後濾過する凝集剤による方法が適当であると考えられる。

2. アルミニウム剤処理による効果

上記の方法にしたがってアルミニウム剤処理による凝集効果を観察した結果硫酸アルミニウム、塩化アルミニウム双方共25~30ppmの範囲が良好でありこれより少なくともまた多い場合でも不適當で凝集困難の様相を呈した。これら2種のアルミニウム剤を比較した場合凝集効果においては硫酸アルミニウムの方が幾分すぐれていることを認めた。

凝集剤処理による飲料水としての総合効果を論ずるに当りこのアルミニウム剤の主成分である硫酸イオン、塩素イオンの残存有無が重要な点であると思われる。何故ならば、凝集剤の適量を使用し凝集効果において良好な成績をえても処理された水に薬剤の主成分が多量に存在すれば凝集剤使用の目的の意義がない。そこでこのアルミニウム剤処理水のかかる一般分析を行なうと共にこれら両イオンの残存量をも調べあわせてアルミニウム剤処理による効果を判定する手がかりとした。その結果は表2に示したごとくである。

表2 アルミニウム剤処理水の分析値

	pH	KMnO ₄ 消費量 (ppm)	Fe (ppm)	蒸発残渣 (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)
純水	5.5	0	0.23	0	0	0
硫酸アルミニウム10ppm	7.1	〃	〃	70	16.3	3.3
〃 20	〃	〃	〃	80	11.0	3.5
〃 30	〃	〃	〃	80	9.2	3.9
塩化アルミニウム10ppm	〃	〃	〃	100	12.8	0
〃 20	〃	〃	〃	90	16.7	0
〃 30	〃	〃	〃	90	19.5	0

すなわち、主題の鉄分は純水の場合と同じく0.23ppmまで減少し長く放置しても水酸化鉄の沈澱は認められなくなった。pHについては主剤使用により純水、原水よりやや高い値を示したがいずれも基準量以下であり、また蒸発残渣は明らかに原水より減少の結果を示した。硫酸イオン、塩素イオンの残存については少量認められたがいずれも基準量以下であり飲料水として可能であることがわかった。なお処置水についてその味を調べ次いで煮沸しその煮沸時の臭

気及び白濁の状態を観察したところ何れも透明で異味、異臭は認められなかった。

以上の結果から洪積紀層に属し褐鉄鉱を含む地層を通る地下水については基準量以上の鉄分の存在を認めたとアルミニウム剤処理により有機物、鉄分の含有については純水の域まで達し飲料水として可能であることがわかった。このことは水質改善への一助とすることができよう。

結 論

地下水の性質を明らかにし主に除鉄を目的として硫酸アルミニウムと塩化アルミニウムを凝集主剤とし、水酸化カルシウムとアルギン酸ソーダを副剤として実験を行なって次のような結果がえられた。

1. アルミニウム剤使用の適当量は25~30ppmでありこれより少なくともまた多い場合でも不適當であった。
2. 硫酸アルミニウム、塩化アルミニウム双方共大差がなかった。
3. これら主剤使用後の水中の残存量が少ないことが判明した。

なお終りに当りこの実験に終始御指導いただいた本学教授、古田守夫先生並びに実験方法につき御助言をいただいた本学講師、小林ミサヲ先生に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 永沢信；生活の水 p.146、光生館（1960）
- 2) 勝井次雄；食品工業、6(10)、26（1963）
- 3) 厚生省公衆衛生局環境衛生部水道課：水質基準の検査方法註解、日本水道協会（1958）