

(4-83)微粉炭と次亜塩素酸ナトリウムを用いたマンガンを除去 —ありあけ浄水場の事例—

○林 直樹(メタウォーター) 山本 康彦(メタウォーター)
竹内 英樹(メタウォーター) 中野 弘勝(メタウォーターサービス)
浅名 孝昭(大牟田市企業局) 久田 真士(荒尾市企業局)

1. はじめに

ありあけ浄水場は大牟田市と荒尾市の共同浄水場として膜ろ過法にて新設、2012 年供用開始した。原水には、浄水要求水質 (=全マンガンを以下 T-Mn) : 0.01 mg/L 以下の微量の溶解性マンガンを以下 S-Mn) が含まれていた。

供用開始 1 年後、Mn 付着により浄水池壁面が褐色に着色したことから、既存処理フローを大きく変更することがない (水運用への影響が小さい) 微粉炭と次亜塩素酸ナトリウム (以下 次亜) による Mn 除去対策を行うこととした。

本研究では対策採用にあたり実施した Mn 除去実験と実設備への適用結果について報告する。

2. 実験概要と考察

(1) ジャーテストの実験方法

原水に溶解性 Mn (以下 S-Mn) が 0.05 mg/L 程度となるよう塩化マンガンを添加し、実験原水とした。実験原水に微粉炭 (D50=0.96 μm)、次亜を添加後、PACl (塩基度 70%) 20 mg/L を加え一定時間緩速攪拌し 0.2 μm メンブレンフィルタ (PTFE) でろ過したろ過水の Mn 濃度を測定した。

(2) 注入する薬品の Mn 除去性への影響

注入薬品を①次亜のみ (残塩 0.1 mg/L)、②微粉炭のみ (3 mg/L)、③微粉炭 (3 mg/L) + 次亜 (残塩 0.1 mg/L) にし、攪拌時間: 7 分、凝集 pH7.0 としてジャーテストを行った。実験結果を図 1 に示す。微粉炭のみあるいは次亜のみでは Mn 濃度は実験原水と変わらないが、微粉炭と次亜の両方を添加した場合は Mn が低減した。微粉炭と次亜が共存する状態で Mn 除去が行われることがわかった。

(3) 接触時間の Mn 除去性への影響

注入薬品を微粉炭 (1、3、5 mg/L) + 次亜 (残塩 0.1 mg/L)、攪拌時間 (=接触時間) : ①5 分②10 分③15 分④20 分、凝集 pH7.0 としてジャーテストを行った。実験結果を図 2 に示す。Mn 濃度は接触時間 5 分間で低下し、その後 接触時間を長くしても大きく変わらなかった。本結果から 5 分程度の短時間で Mn 除去が行われることがわかった。なお、各微粉炭注入率で同様の傾向が確認できた。

(4) 残塩濃度の Mn 除去性への影響

注入薬品を微粉炭 (1、3、5 mg/L)、次亜 (残塩 0~0.4 mg/L)、攪拌時間: 7 分、凝集 pH7.0 としてジャーテストを行った。実験結果を図 3 に示す。残塩濃度が 0~0.1 mg/L では残塩濃度が高いほど除去性は高くなるが、0.1 mg/L 以上では Mn 濃度はほとんど変わらなかった。本結果から Mn 除去には残塩濃度を 0.1 mg/L 以上確保する必要があることがわかった。なお、各微粉炭注入率で同様の傾向が確認できた。

(5) pH の Mn 除去性への影響

注入薬品を微粉炭 (1、3、5 mg/L) 次亜 (残塩 0.1 mg/L)、攪拌時間: 7 分、凝集 pH6.8~7.3 としてジャーテストを行った。実験結果を図 4 に示す。pH7.0 までは pH が高いほど除去性は良くなるが、pH7.0 以上では大きく変わらなかった。本結果から Mn 砂による酸化除去と同様に pH は 7.0 以上とすることが重要であることが明らかになった。なお、各微粉炭注入率で同様の傾向が確認できた。また、pH 依存性にくわえ Mn 除去には塩素が消費されることから、Mn 酸化反応により除去が行われていると考えられる。

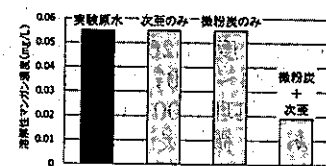


図 1. 注入薬品ごとの Mn 除去性

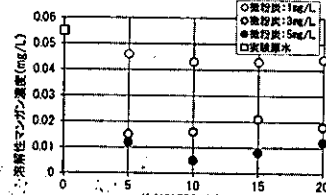


図 2. 接触時間と Mn 除去性の関係

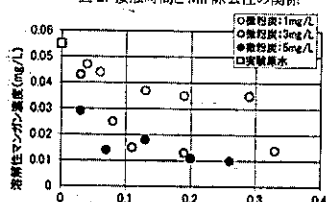


図 3. 残塩濃度と Mn 除去性の関係

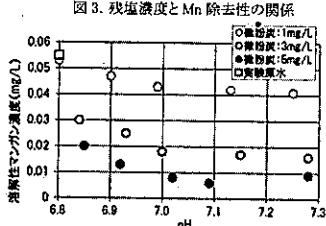


図 4. pH と Mn 除去性の関係

(6) 消毒副生成物の生成

Mn 処理したろ過水の消毒副生成物について調査した。実験原水に微粉炭 (3 mg/L) + 次亜 (残塩 0.1 mg/L) を添加後、PACl (塩基度 70%) 20 mg/L を加え攪拌時間: 20 分とした。実験原水の消毒副生成物生成能とろ過水の消毒副生成物を表 1 に示す。

本実験から次亜との接触時間が 20 分と短時間であれば、消毒副生成物は、浄水要求水質未満に抑制できるものと考えられる。

原水 (生成能)	トリハロメタン	クロロ酢酸	ジクロロ酢酸	トリクロロ酢酸
ろ過水	0.028 mg/L	<0.002 mg/L	0.015 mg/L	0.095 mg/L
ろ過水	0.003 mg/L	<0.002 mg/L	0.002 mg/L	<0.002 mg/L

3. 実設備への適用

(1) 実設備の対策内容

対策前後の浄水処理フローの概要を図 5 に示す。

上記実験結果を踏まえ、微粉炭と次亜を 5 分以上接触させるため膜ろ過直前にあった前次亜注入点を原水管の上流側に移設し、対策前 0.5 分であった接触時間を 7 分とした。

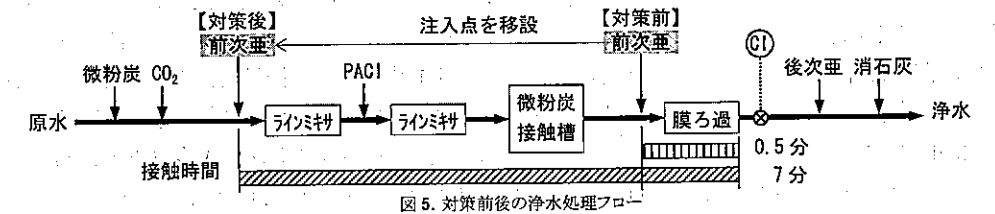


図 5. 対策前後の浄水処理フロー

(2) 対策前後の Mn 除去性の比較

実設備の別々の系列を用いて対策前後のフローで同時運転を行い、Mn の除去性を比較した。微粉炭注入率: 1.2 mg/L、残塩: 0.11 mg/L、pH7.1 とした。検証結果を図 6 に示す。実験は 3 回実施したが、いずれの場合も浄水 Mn 濃度が対策前の 1/4~1/3 に低減でき、実設備でも対策の効果が確認できた。なお、微粉炭は注入率が高いほど除去性は向上するが、ここでは対策前と同等の注入率で確認を行った。

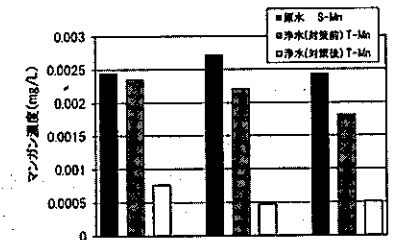


図 6. 対策前後の Mn 除去性

(3) 対策後の Mn 除去実績

対策後 1 年間、原水の T-Mn、S-Mn 及び浄水の T-Mn の測定を行った。結果を図 7 に示す。原水の S-Mn は平均 0.0014 mg/L であるのに対し浄水 Mn は平均 0.0005 mg/L と約 1/3 に低減した。

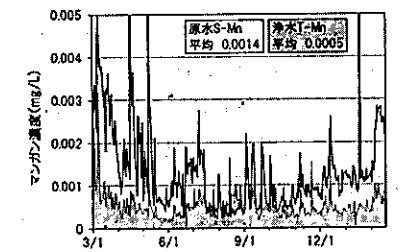


図 7. 対策後 1 年間の Mn 除去実績

4. おわりに

S-Mn は微粉炭と次亜の共存下で除去される。除去反応は 5 分程度の短時間で行われ、残塩濃度として反応後 0.1 mg/L 程度であればよい。また、pH は 7 以下では pH が高いほど除去性が高く、pH 7 以上では除去性は大きく変わらない。本浄水場は塩基度 70% の PACl を使用、凝集 pH を 7.1 としていることから、Mn 除去には有効な条件であることがわかった。微粉炭と次亜の接触時間を 0.5 分から 7 分にすることにより、浄水 Mn 濃度を原水 S-Mn 濃度の約 1/3 にすることができ、浄水池着色進行を遅らせる (低下させる) ことが期待できる。

今後は Mn 除去のメカニズムの解析やさらなる除去性向上、薬品費低減を検討していく。