

受水槽内塩素消費量実態調査の成果概要

1 調査目的

千葉県水道局では、「おいしい水づくり計画」で給水栓の残留塩素を多くの人が塩素臭を感じないとされる0.4mg/ℓ以下に低減することを目標としている。残留塩素の低減にあたっては、受水槽内の塩素消費量を把握する必要があることから、平成23年度から平成25年度の3箇年で実態調査を行った。

2 調査方法

(1) 使用中の受水槽を対象とした調査（A調査）

- ①調査箇所：8箇所
- ②調査時期：水温の影響を確認するため、冬期（25年2～3月）及び夏期（25年9月）毎に連続10日程度
- ③測定項目：
 - ・受水槽流入出水の残留塩素・水温
 - ・受水槽の流入量
 - ・高置水槽以下給水栓の残留塩素・水温（夏期、2箇所のみ）
- ④測定位置：図. 1に示すとおり

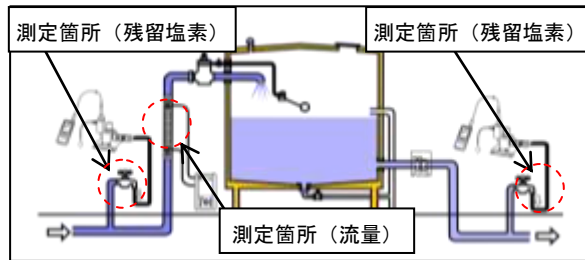


図. 1 A調査の調査位置

(2) 長期に使用停止している受水槽を想定した調査（B調査）

- ①調査箇所：3箇所
- ②測定位置：図. 2に示すとおり
- ③測定項目：受水槽内の残留塩素・水温
- ④調査時期：平成24年10月24日～平成25年10月2日

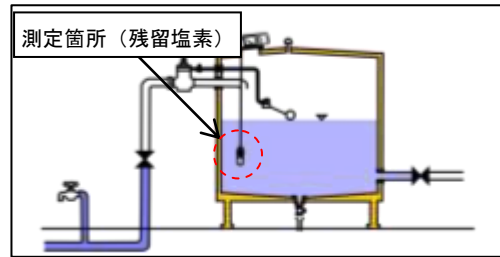


図. 2 B調査の調査位置

3 分析結果

(1) 使用中の受水槽を対象とした調査（A調査）

残留塩素の減少は、一般的に(1)式で定義されている¹⁾。

$$C_t = C_0 \exp(-kt) \quad \dots (1)$$

ここで、 t ：時間(hr)、 C_t ：時間 t における残留塩素(mg/ℓ)、 C_0 ：初期残留塩素(mg/ℓ)、 k ：残留塩素減少速度係数(hr^{-1})である。

今回、受水槽 8 箇所の調査結果から 60 データを抽出し、(1)式の残留塩素減少速度係数 k を目的変数とする回帰分析を行い、「水温」及び「定期清掃」を説明変数とする(2)式の予測モデルを作成した。

$$k = 0.00258 + 0.00035T + 0.01574D \quad \dots (2)$$

ここで、 T ：水温(℃)、 D ：定期清掃の有無（有：0、無：1）である。

(2)式から算出した塩素残存率の推定結果を図. 3 に示す。残留塩素が半減する日数は、定期清掃有りで2日程度、無しで1日程度となり、定期清掃の有無が大きく影響することがわかった。

(2) 長期に使用停止している受水槽を想定した調査（B調査）

B調査の結果から、長期に使用停止している受水槽内の残留塩素は、佐藤らの研究²⁾で示されている

(3)式の予測モデルで推定できることを確認した。結果例を図. 4 に示す。

$$k_b = B \cdot \frac{[TOC]}{C_0} \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad B = 69000 \cdot \exp(-0.0185t_b) \quad \dots (3)$$

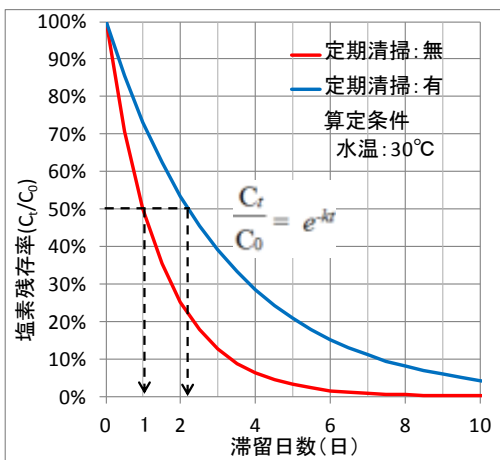


図. 3 塩素残存率の推定結果

ここで、 k_b ：残留塩素減少速度係数(h^{-1}) [TOC]：TOC 濃度(mg/ℓ)、 C_0 ：初期残留塩素濃度(mg/ℓ)、 E_a ：活性化エネルギー(=39000(J/mol))、 T ：水温(K)、 R ：気体定数(=8.314J/(K・mol))、 t_b ：塩素添加からの経過時間(hr)である。

(3) 受水槽流入時の必要残留塩素の推定

残留塩素の低減可能性を検討するため、受水槽流入時に必要となる残留塩素を、一般的な減少式である(1)式から変換した(4)式により推定した。

$$C_{in} = \frac{C_{out}}{\exp(-kt)} \quad \dots (4)$$

ここで、 C_{out} ：受水槽流出時に必要な残留塩素(=0.23(mg/ℓ))、 C_{in} ：受水槽流入時に必要な残留塩素(mg/ℓ)である。

なお、受水槽流出時に必要とする残留塩素は、「配管・高置水槽での塩素消費量」0.13mg/ℓ（図. 5 参照）と「給水栓で必要な残留塩素」0.1mg/ℓを合わせて0.23mg/ℓとした。

また、式中の残留塩素減少速度係数 k については、定期清掃は適切に行われていることを条件に(1)式で算出した。推定結果を図. 6 に示す。

4 残留塩素の低減に係る滞留日数の基準設定

当局の受水槽設計基準では、滞留日数を約0.5日となるよう設計することになっている（有効容量＝一日最大使用水量の4/10～6/10）。仮に滞留日数の基準をこの2倍の1日とすると、受水槽流入時の残留塩素は0.3mg/ℓ程度あれば良いが、5割の受水槽で給水栓の残留塩素が0.1mg/ℓを下回る恐れがある。

また、9割の受水槽で給水栓の残留塩素を0.1mg/ℓ確保しようとする、受水槽流入時の残留塩素は最夏期で0.69mg/ℓ程度必要となり、これ以上の残留塩素の低減は困難となる。

5 既往文献との比較

先行して同様の調査を実施している東京都水道局では、調査結果から受水槽滞留日数の基準を1日とし、配水管の残留塩素管理目標値を0.30mg/ℓ^{*}としている。この値は、図. 6 に示した推定結果とほぼ合致している。

※ 貯水槽水道内の塩素消費量(0.15mg/ℓ)³⁾＋給水栓残留塩素(0.1mg/ℓ)＋測定誤差(0.05 mg/ℓ)

6 今後の進め方

「おいしい水づくり計画」の水質目標を達成するためには、滞留時間の短縮、定期清掃の実施等受水槽の適正管理に係る指導・助言を検討する必要がある。

【参考文献】1) 後藤：配水管網(Ⅲ)―管路内の残留塩素

濃度減少速度係数-, 水道協会雑誌第51巻第4号（第571号）, pp. 51-65, 1982

2) 佐藤, 吉沢, 及川, 北澤, 稲貝, 小泉：全有機炭素（TOC）を考慮した残留塩素濃度の減少用に関する研究, 水道協会雑誌第77巻第11号（第890号）, pp. 9-20, 2008

3) 東京都水道局：残留塩素低減化に向けた貯水槽水道における残留塩素消費抑制検討委員会報告書, p. 21, 2012

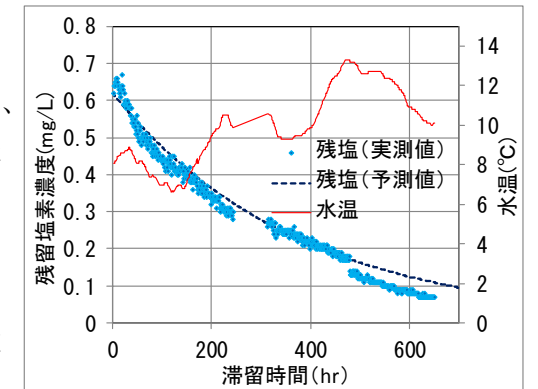


図. 4 B調査の結果例

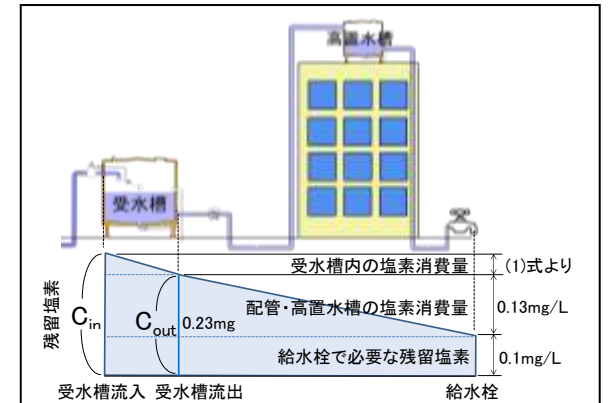


図. 5 (4)式の設定値

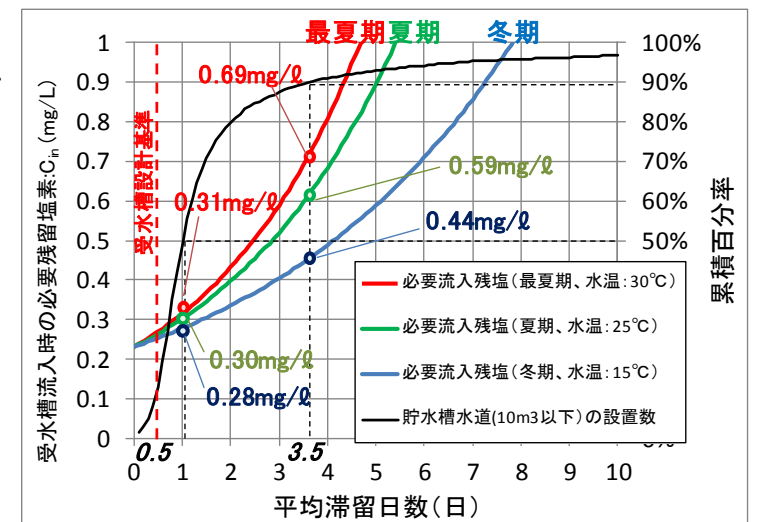


図. 6 受水槽流入時の必要残留塩素の推定結果