

特定建築物の給湯水における臭素酸、塩素酸及び陰イオン類等の実態調査

中川 慎也^a, 長谷川 盛一^a, 播田實 千恵子^a, 三関 詞久^a, 木下 輝昭^a, 小西 浩之^a, 守安 貴子^b

東京都内に所在する中央式給湯設備を持つ3か所の特定建築物（Aビル、Bビル及びCビル）の給湯水の臭素酸濃度（基準値：0.01 mg/L）が高濃度で検出したため、経時的な採水を行い、季節変動による影響を調査した。給湯水中の臭素酸濃度は、Aビルで0.006～0.019 mg/L、Bビルで0.012～0.028 mg/L、Cビルで0.002～0.017 mg/Lであった。給湯水の臭素酸が高濃度で検出する原因として、水質検査が行われる夏期は、貯湯槽に給湯水が滞留して臭素酸が上昇すると想定したが、調査の結果、一年を通して高濃度で推移していることが判明した。その他の調査項目では、塩素酸（基準値0.6 mg/L）が、高濃度（最高濃度：0.45 mg/L）で検出していた。給湯水の臭素酸や塩素酸が高濃度で検出している原因として、水温による影響については、明確な相関は認められなかった。また、貯湯槽内での給湯水の蒸発による濃縮の可能性については、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオンの濃度に、補給水に比べて給湯水での上昇が認められなかったことから、臭素酸や塩素酸の濃度の上昇は濃縮ではなく、貯湯槽内で生成していると推測できるが、要因は不明である。Cビルの給湯水の採水前に、貯湯槽の洗浄を行ったところ、臭素酸が0.002～0.003 mg/Lまで低下した。Aビルの給湯水中の臭素酸及び塩素酸について、ブローによる影響を調査したところ、臭素酸で最大60%、塩素酸で最大100%の低減効果が認められた。

キーワード：特定建築物、給湯水、中央式給湯設備、臭素酸、塩素酸、陰イオン

はじめに

特定建築物とは、「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」（以下建築物衛生法と略す）に基づき、特定用途に利用される部分の延べ面積を3,000m²以上有する建築物及び専ら学校教育法第1条に規定する学校の用途に供される建築物で延べ面積が8,000m²以上のものをいう¹⁾。建築物衛生法では、特定建築物を環境衛生上良好な状態に維持するための措置として、空調管理や給水管理等について、建築物環境衛生管理基準（以下管理基準と略す）が定められている²⁾。特定建築物では、管理基準に従って空気環境測定や給水管理・飲料水検査等が実施されている。特定建築物の中央式給湯設備の貯湯槽の清掃は、飲料用貯水槽と同様に1年以内ごとに1回実施し、定期的水質検査についても、飲料水と同等の頻度及び内容で、貯湯槽等の系統別の末端給湯栓において行われている³⁾。

東京都内の特定建築物で平成27年度に実施された中央式給湯設備の給湯水の水質検査で、臭素酸が基準値の0.01 mg/Lを超過した事例を当センターの建築物監視指導課で把握した。臭素酸が基準値を超過して検出した原因について、臭素酸等の消毒副生成物の水質検査は6～9月の夏期に行われることから、貯湯槽での給湯水の滞留によって臭素酸が生成した可能性が考えられた。一方、給湯水の使用量が多く、貯湯槽内での滞留が短い冬期におけるこれらの施設の臭素酸濃度の実態は不明なことから、給湯水中で臭素酸濃度が上昇する原因を究明するため、臭素酸濃度が基準値を超過した施設のうち3施設について、1年間にわたり給

湯水を継続的に採水し、臭素酸濃度等の季節変動の有無など水質調査を行った。また、貯湯槽の洗浄や換水（ブロー）による給湯水中の臭素酸濃度への影響を検討したので報告する。

実験方法

1. 調査対象

調査対象は、東京都内に所在する中央式給湯設備を持つ特定建築物の給湯水で、臭素酸濃度が基準値を超過した3施設の各給湯系統の給湯水及び補給水とした。水質調査は、平成28年4月から平成29年の3月まで、給湯末端で毎月1回行った（平成28年8月（1施設のみ実施）及び平成29年2月を除く）。また、採水時に各給湯水及び補給水について、残留塩素濃度及び水温を測定した。

2. 調査場所及び調査試料

調査場所は、東京都内に所在する特定建築物のAビル（地下4階、地上5階で構成される延床面積約70,000 m²）、Bビル（地下3階、地上15階で構成される延床面積約24,000 m²）及びCビル（地上13階で構成される延床面積15,439 m²）である。各ビルにおける貯湯槽の設備内容を表1に示す。調査試料は、AビルのO系統給湯水、C系統給湯水及び補給水、BビルのG系統給湯水及び補給水、CビルのH系統給湯水、L系統給湯水及び補給水とした。また、ブローによる給湯水の水質変化を調査するため、AビルO系統及びC系統のブロー前後の給湯水を調査試料とした。

^a 東京都健康安全研究センター 薬事環境科学部 環境衛生研究科
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

^b 東京都健康安全研究センター 薬事環境科学部

表1. 貯湯槽の設備内容

| 名称 | Aビル | | Bビル | Cビル | |
|-------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | O系統 | C系統 | G系統 | H系統 | L系統 |
| 用途 | シャワー, 手洗い | シャワー, 手洗い | シャワー | シャワー, 手洗い | シャワー, 手洗い |
| 貯湯槽容量 | 5000 L×2基 | 6000 L×3基 | 1000 L | 2000 L | 900 L |
| 設置場所 | 3階 | 4階 | 屋上 | 屋上 | 地下3階 |
| 循環の有無 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| 運転時間 | 常時循環 加温9:30~23:00 | 常時循環 加温9:30~23:00 | 循環7:00~24:00 加温7:00~24:00 | 常時循環 常時加温 | 常時循環 常時加温 |
| 熱源 | DHC熱交換 (170℃蒸気) | DHC熱交換 (170℃蒸気) | 隣接する 温水ボイラから供給 | DHC熱交換 (150℃蒸気) | DHC熱交換 (150℃蒸気) |

3. 調査項目

調査項目は、臭素酸、塩素酸、pH値、陰イオン（臭化物イオン、塩化物イオン、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素）、有機物（全有機炭素（TOC）の量、以下TOCと略す）とした。

4. 分析方法及び分析装置

分析は、水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法³⁾に準じた方法で行った。臭素酸及び塩素酸は、ICS-2000（DIONEX社製）を用いたイオンクロマトグラフ-ポストカラム吸光光度法及びイオンクロマトグラフ法、pH値は、HM-30R（東亜DKK社製）を用いたガラス電極法、臭化物イオン、塩化物イオン、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は、ICS-3000（DIONEX社製）を用いたイオンクロマトグラフ（陰イオン）による一斉分析法、TOCは、multi 3100（Analytik Jena社製）を用いた全有機炭素計測定法とした。残留塩素濃度は、水道法施行規則第17条第2項の規定に基づき厚生労働大臣が定める遊離残留塩素及び結合残留塩素の検査方法⁴⁾により行った。

結果及び考察

1. 臭素酸濃度及び水温

Aビル、Bビル及びCビルの各系統の給湯水の臭素酸濃度及び水温の調査結果を図1～3に示す。給湯水中の臭素酸濃度は、AビルO系統及びC系統で0.006～0.017 mg/L及び0.008～0.019 mg/L、BビルG系統で0.012～0.028 mg/L、CビルH系統及びL系統で0.003～0.017 mg/L及び0.002～0.009 mg/Lであった。各ビルとも、給湯水中の臭素酸濃度が基準値を超過する月があった。Cビルの9月は、採水前に貯湯槽の洗浄が行われたため、貯湯槽内の給湯水が完全に入れ替わり、両系統の臭素酸濃度は前月の0.017 mg/L及び0.009 mg/Lから0.003 mg/L及び0.002 mg/Lに低下した。一方、Aビル、Bビル及びCビルで給湯水と同時に採水した補給水中の臭素酸濃度は、0.001～0.005 mg/L又は定量下限値（0.001 mg/L）未満であった（表2～4）。

給湯水の臭素酸が基準値0.01 mg/Lを超過した原因として、水質検査が行われる6～9月の夏期に、貯湯槽に給湯水が滞留して臭素酸が上昇すると想定したが、給湯水の使用量が多いと思われる12～3月の冬期においても、AビルO系

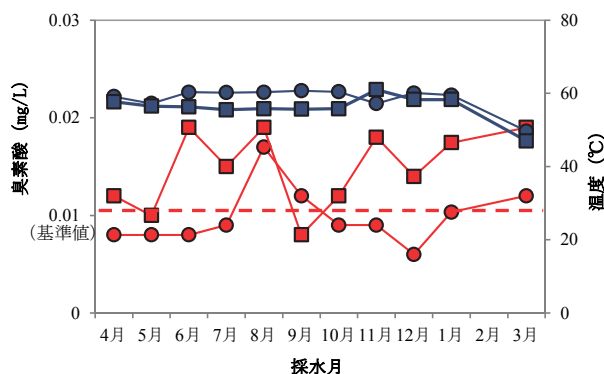


図1. Aビル各系統の臭素酸及び水温
〔●: O系統 臭素酸, ■: C系統 臭素酸
●: O系統 水温, ■: C系統 水温〕

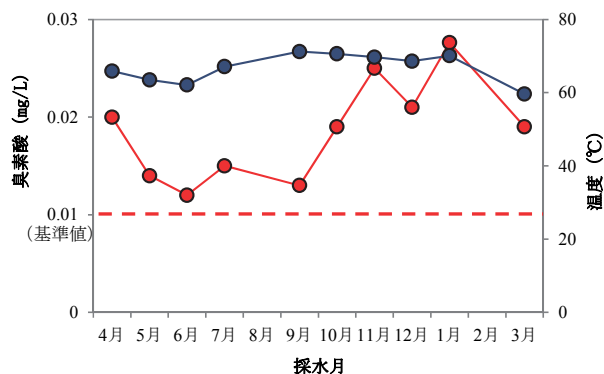


図2. BビルG系統の臭素酸及び水温
〔●: G系統 臭素酸
●: G系統 水温〕

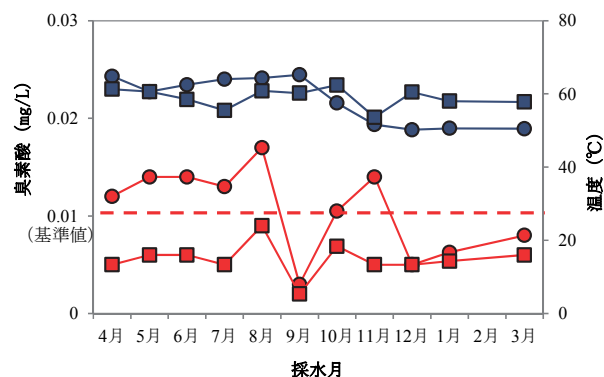


図3. Cビル各系統の臭素酸及び水温
〔●: H系統 臭素酸, ■: L系統 臭素酸
●: H系統 水温, ■: L系統 水温〕

統, C系統及びBビルG系統の給湯水で基準値超過が認められた。よって, 各ビルの給湯水中の臭素酸は, 夏期に一時的に高濃度となるのではなく, 一年を通して高濃度で推移していることが判明した。また, 補給水中の臭素酸濃度は低いことから, 臭素酸が高濃度になる原因として, 水温等の影響による貯湯槽内での生成が考えられるが, 貯湯槽内での臭素酸濃度と水温との明確な相関は見られなかった。

2. その他の調査項目

Aビル, Bビル及びCビルにおける各系統給湯水, 補給水の調査月ごとの陰イオン, 臭素酸, 塩素酸, TOC及びpH値の調査結果を表2~4に示す。

表2より, AビルO系統及びC系統給湯水中の各調査項目の濃度は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.1~2.6 mg/L及び1.1~2.6 mg/L, 塩化物イオン12~30 mg/L及び11~30 mg/L, TOC0.4~1.1 mg/L及び0.4~0.9 mg/L, pH7.5~8.0及び7.1~8.1, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値(亜硝酸態窒素:0.004 mg/L, 臭化物イオン:1 mg/L)未満であった。Aビル補給水は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.1~2.7 mg/L, 塩化物イオン9~30 mg/L, TOC0.6~1.1 mg/L, pH7.5~8.1, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値未満であった。

表3より, Bビル給湯水中の各調査項目の濃度は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.2~2.6 mg/L, 塩化物イオン12~29 mg/L, TOC0.5~0.9 mg/L, pH7.2~8.0, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値未満であった。Bビル補給水は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.2~2.7 mg/L, 塩化物イオン9~30 mg/L, TOC0.4~0.9 mg/L, pH7.5~8.0, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値未満であった。

表4より, CビルH系統及びL系統給湯水中の各調査項目の濃度は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.1~2.7 mg/L及び1.1~2.7 mg/L, 塩化物イオン8~31 mg/L及び8~31 mg/L, TOC0.4~0.9 mg/L及び0.5~0.8 mg/L, pH7.4~8.0及び7.5~7.8, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値未満であった。Cビル補給水は, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素1.1~2.7 mg/L, 塩化物イオン8~31 mg/L, TOC0.6~1.0 mg/L, pH7.4~7.8, 亜硝酸態窒素及び臭化物イオンについては全て定量下限値未満であった。

各ビルの給湯水で, 臭素酸以外の分析項目では, 塩素酸(基準値:0.6 mg/L)が補給水と比べて高濃度で検出された。その他の項目は, 給湯水と補給水でほぼ同じ濃度であった。各ビルの給湯水中の塩素酸の最高濃度は, AビルO系統及びC系統で0.13 mg/L及び0.42 mg/L, BビルG系統で0.45 mg/L, CビルH系統及びL系統で0.25 mg/L及び0.22 mg/Lであった。給湯水で臭素酸及び塩素酸が高濃度で検出した原因として, 滞留による上昇や高水温による生成の他に, 貯湯槽内での給湯水の蒸発による濃縮が考えられた。しかし, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素, 塩化物イオンの濃度は, 給湯水と補給水でほとんど変わらないため, 濃縮以外の原因で貯湯槽内で臭素酸や塩素酸が生成していると考えられる。

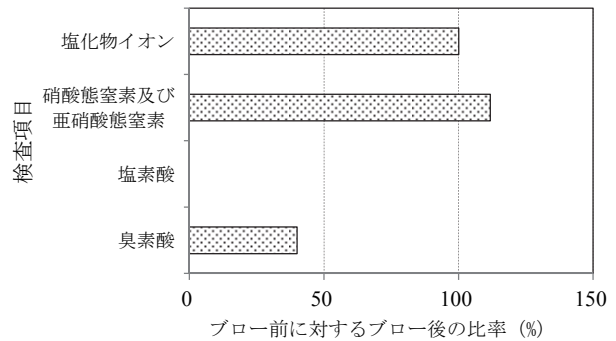


図4. ブローによる給湯水水質への影響 (AビルO系統)

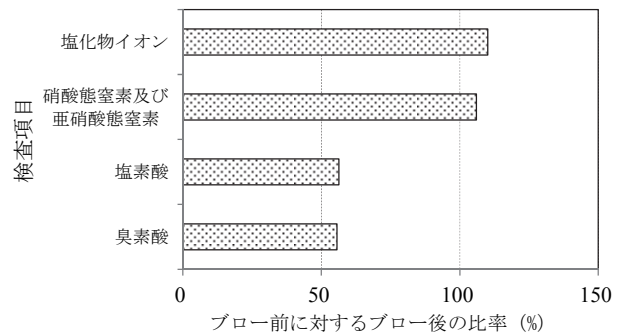


図5. ブローによる給湯水水質への影響 (AビルC系統)

が妥当である。これまでの調査では生成メカニズムは不明であり, 今後, 検討していく必要がある。

3. ブロー前後における検査項目の存在実態

Aビル給湯設備の貯湯槽について, 平成28年10月に貯湯槽のブローを行った。そこで, O系統給湯水, C系統給湯水で, ブロー前後における各調査項目の存在実態調査を行った。それぞれの給湯水の塩化物イオン, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素, 塩素酸, 臭素酸について, ブロー前に対するブロー後の比率を図4及び図5に示す。O系統水及びC系統水では, ブロー後に臭素酸濃度が60%及び45%減少し, 塩素酸濃度は100%及び45%減少となり, ブローによる低減効果が認められた。その他, 塩化物イオン, 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素については, ブローによる影響は見られなかった。この結果から, 給湯水で臭素酸及び塩素酸が, 基準値レベル又は高濃度で継続して検出している場合は, ブローを行うことで低減できることが判明した。しかし, ブロー後の低減効果の持続性は今回の調査では確認していないため, 今後, 調査を継続していく必要がある。

まとめ

東京都内に所在する中央式給湯設備を持つ特定建築物Aビル, Bビル及びCビルの給湯水の臭素酸濃度が高濃度で検出したため, 経時的な採水を行い, 季節変動による影響を調査した。給湯水中の臭素酸濃度は, Aビルで0.006~0.019 mg/L, Bビルで0.012~0.028 mg/L, Cビルで0.002~0.017 mg/Lであった。給湯水の臭素酸が高濃度で検出する原因として, 水質検査が行われる夏期は, 貯湯槽に給湯水が滞留して臭素酸が上昇すると想定したが, 調査の結果, 一年を

通して高濃度で推移していることが判明した。

その他の調査項目では、塩素酸（基準値0.6 mg/L）が、高濃度（最高濃度：0.45 mg/L）で検出していた。給湯水の臭素酸や塩素酸が高濃度で検出している原因として、水温による影響が考えられたが、明確な相関は認められなかった。また、貯湯槽内での給湯水の蒸発による濃縮の可能性もあったが、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオンの濃度は、補給水に比べて給湯水での上昇は認められなかった。測定結果から、臭素酸や塩素酸の濃度の上昇は濃縮ではなく、貯湯槽内で生成していると推測できるが、要因は不明である。Cビルの給湯水の採水前に、貯湯槽の洗浄を行ったところ、臭素酸が0.002～0.003 mg/Lまで低下した。Aビルの給湯水中の臭素酸及び塩素酸について、ブローによる影響を調査したところ、臭素酸で最大60%、塩素酸で最大100%の低減効果が認められた。

謝 辞 この調査は、広域監視部建築物監視指導課の協力のもと実施できたことを、深く感謝いたします。

文 献

- 1) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律第二条：法律第二十号，昭和45年4月14日。
- 2) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則第四条：厚生労働省令第二号，昭和46年1月21日。
- 3) 水質基準に関する省令に基づき厚生労働大臣が定める方法：厚生労働省告示第261号，平成15年7月22日。
- 4) 水道法施行規則第17条第2項の規定に基づき厚生労働大臣が定める遊離残留塩素及び結合残留塩素の検査方法：厚生労働省告示第318号，平成15年9月29日。
- 5) 宇佐美美穂子，鈴木俊也，矢口久美子，他：水環境学会誌，28，729-735，2005。

表 2. A ビル O 系統及び C 系統の給湯水, 補給水における水質検査結果

| | | A ビル O 系統給湯水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 基準値 | 定量 下限値 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.7 | 1.5 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.6 | 2.4 | 2.6 | 2.2 | |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 20 | 17 | 19 | 18 | 18 | 13 | 12 | 22 | 26 | 30 | 29 | |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.017 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.010 | 0.012 | |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | 0.08 | <0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | <0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.0 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.7 | 7.7 | 7.8 | |
| | | A ビル C 系統給湯水 | | | | | | | | | | | |
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 基準値 | 定量 下限値 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 1.9 | 2.6 | 2.5 | 2.6 | 2.2 | |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 21 | 18 | 19 | 19 | 19 | 11 | 12 | 22 | 26 | 30 | 29 | |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.012 | 0.010 | 0.019 | 0.015 | 0.019 | 0.008 | 0.012 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.019 | |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | 0.20 | 0.15 | 0.17 | 0.29 | 0.41 | 0.17 | 0.20 | 0.41 | 0.24 | 0.33 | 0.42 | |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.1 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.3 | 7.6 | 7.4 | 7.5 | 7.4 | 7.6 | |
| | | A ビル 補給水 | | | | | | | | | | | |
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 基準値 | 定量 下限値 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.4 | 1.4 | 1.1 | 1.6 | 1.5 | 1.6 | 2.6 | 2.7 | 2.1 | 2.5 | 2.2 | |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 17 | 19 | 18 | 18 | 14 | 9 | 20 | 23 | 24 | 30 | 28 | |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.06 | 0.10 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.1 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | |

表3. B ビル G 系統給湯水, 補給水における水質検査結果

| | | BビルG系統給湯水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 基準値 | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 定量 | 下限値 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 2.1 | 2.6 | 2.5 | 2.6 | 2.3 | |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 22 | 19 | 21 | 19 | 12 | 12 | 14 | 22 | 26 | 29 | 29 | |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.020 | 0.014 | 0.012 | 0.015 | 0.013 | 0.013 | 0.019 | 0.025 | 0.021 | 0.028 | 0.019 | |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | 0.08 | 0.07 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.19 | 0.24 | 0.45 | 0.39 | |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.0 | 7.2 | 6.9 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | |

| | | Gビル補給水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 基準値 | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 定量 | 下限値 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.9 | 1.9 | 2.7 | 2.7 | 2.3 | 2.4 | 2.2 | |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 17 | 20 | 23 | 19 | 9 | 9 | 20 | 24 | 25 | 30 | 29 | |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | <0.001 | 0.002 | 0.002 | <0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | <0.001 | |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 0.06 | <0.05 | |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.0 | 7.5 | 7.6 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | |

表 4. C ビル H 系統及び L 系統の給湯水, 補給水における水質検査結果

| 基準値 | CビルH系統給湯水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.5 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 2.3 | 2.7 | 2.3 | 2.5 | 2.2 | 2.2 |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 18 | 19 | 18 | 19 | 8 | 17 | 23 | 25 | 31 | 30 | 30 |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.012 | 0.014 | 0.013 | 0.017 | 0.003 | 0.011 | 0.014 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.008 |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | 0.12 | 0.13 | 0.19 | 0.25 | 0.05 | 0.08 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.17 | 0.17 |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 8.0 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.6 |

| 基準値 | CビルL系統給湯水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 2.4 | 2.7 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 2.3 |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 18 | 18 | 17 | 20 | 8 | 17 | 23 | 26 | 31 | 30 | 30 |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.009 | 0.002 | 0.007 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | 0.08 | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.05 | 0.09 | 0.10 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.21 |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 7.8 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.6 |

| 基準値 | Cビル補給水 | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 3月 | |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 mg/L以下 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 mg/L以下 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 2.6 | 2.7 | 2.2 | 2.5 | 2.2 | 2.2 |
| 塩化物イオン | 200 mg/L以下 | 18 | 18 | 17 | 23 | 8 | 19 | 23 | 25 | 31 | 29 | 29 |
| 臭化物イオン | - | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| 臭素酸 | 0.01 mg/L以下 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| 塩素酸 | 0.6 mg/L以下 | <0.05 | <0.05 | 0.07 | 0.08 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 有機物 (全有機炭素 (TOC) の量) | 3 mg/L以下 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| pH値 | 5.8以上8.6以下 | 7.8 | 7.5 | 7.7 | 7.6 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.5 |

Survey of the Quality of Hot Water in Specific Buildings

- Bromic acid, Chloric acid, and Anions -

Shinya NAKAGAWA^a, Morikazu HASEGAWA^a, Chieko HATAMI^a, Norihisa MISEKI^a, Teruaki KINOSHITA^a, Hiroyuki KONISHI^a
and Takako MORIYASU^a

The bromic acid (water quality standard value: 0.01 mg/L) concentration of hot water in central hot water supply equipment in specific buildings, A building, B building, and C building, located in Tokyo was very high in summer. So, we investigated the bromic acid concentration according to the season with monthly water sampling. Bromic acid concentrations in hot water were 0.006–0.019 mg/L in A building, 0.012–0.028 mg/L in B building, and 0.002–0.017 mg/L in C building. We supposed that the high bromic acid concentration in hot water was because hot water was used less in summer. However, the bromic acid concentration was high throughout the year. Besides, the chloric acid (water quality standard value: 0.6 mg/L) concentration was also high (max concentration: 0.45 mg/L). The correlation between the water temperature and the high concentration of bromic acid and chloric acid was not accepted. In addition, the evaporation of hot water did not influence the concentrations because chloride ion and nitrate/nitrite nitrogen concentrations were about the same in hot water and tap water. We presumed that bromic acid and chloric acid were produced in the hot water supply tank, although the cause was unclear. In C building, the bromic acid concentration in hot water was reduced to 0.002–0.003 mg/L by washing the hot water supply tank, In A building, the bromic acid and chloric acid concentrations were greatly decreased by changing the hot water in the tank.

Keywords: specific building, hot water, central type hot water supply equipment, bromic acid, chloric acid, anions

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health,
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan