

## 飲用に使用する給湯水水質について

沢田 孝子 小田 達也 谷 喜代嗣\* 工藤 寛\*  
山本 正昭 小塚 信一郎 藤田 晃三

### 要 旨

ビル等で飲用に使用されている給湯水のトリハロメタン,金属類について実態調査を実施した。給湯水THMは,給湯温度が高いほど高濃度であり,貯湯槽から湯を循環させ使用する中央式給湯水は,家庭用の瞬間式給湯水に比べTHM濃度が増加した。また,給湯配管や貯湯槽材料に由来する亜鉛,銅が検出され,配管内での滞留のため開栓直後の湯では高濃度に検出された。

### 1. 緒 言

ビル等の給湯水は,飲用に使用される場合が多く飲料水と同様の水質が求められるが,給湯水水質に対しては法的規制がなく,トリハロメタン(trihalomethane 以下 THM)の増加やレジオネラ属菌の繁殖などが懸念されている。

札幌市内の特定建築物を対象にアンケート調査を実施したところ,中央式給湯設備を設置する 288 施設のうち 48 施設(17%)が飲用に使用していたが,水質検査をしていない施設が大部分であった。

また,一般家庭でも水道水と給湯水の混合栓が普及し,日常の利便性から給湯水を飲用に使用する場合も多く,市民から水質に関する問い合わせや検査依頼が増加している。

このため,札幌市保健所ビル衛生係と共同で 1995 年に 貯湯槽や給湯配管材質に由来する金属類の影響 原水の加温による THM の変化 給湯栓開栓直後と放流後の水質の比較 を目的として給湯水水質の実態調査を実施した。保健所が 1997,1998 年に給湯水のレジオネラ汚染実態調査を実施したのに合わせ,さらに THM,金属類の追加調査を実施したので 3 年間の調査結果の概要について報告する。

### 2. 方 法

\* 札幌市保健所

#### 2-1 調査施設

中央式給湯設備を設置し給湯水を飲用に使用している施設の中から,1995 年は 6 施設(夏期,冬期 2 回),1997 年は 12 施設(冬期),1998 年は 5 施設(冬期)を選び調査した。また,中央式給湯水との比較のため家庭用の瞬間式給湯水 6 検体についても調査した。

#### 2-2 試料の採取

各施設について 貯湯槽からできるだけ遠い給湯栓における開栓直後の湯 十分放流後(約 10 リットル)の湯 給湯原水(給湯栓の近くにある給水栓から十分放流後の水)の 3 検体を採取した。

THM 用検体はバイアルびんに直接採取し直ちに氷冷した。

#### 2-3 検査項目

鉛,亜鉛,銅及び THM 4 項目(クロロホルム  $\text{CHCl}_3$ , プロモジクロロメタン  $\text{CHCl}_2\text{Br}$ , ジプロモクロロメタン  $\text{CHClBr}_2$ , プロモホルム  $\text{CHBr}_3$ )について検査した。

#### 2-4 分析方法

鉛,亜鉛,銅は,検水 200ml に硝酸 2ml を加え加熱濃縮後 20ml としメンブレンフィルターでろ過したものを分析試料とし,鉛はフレームレス - 原子吸光度法(HITACHI Z-8200),亜鉛,銅は ICP 発光分光法(セイコー電子 SPS1500R)により検査した。

THM4 項目は P&T - GC/MS 法 (P&T;Tekmar LS C-2000,GC;HP5890,MS;AUTOMASS-50) により分析した。4 項目の総計を総 THM とした。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 給湯水の THM 濃度

塩素消毒した水道水等の THM 生成反応を図-1 に示す。前駆物質と塩素が反応し THM 中間体が生成し、これが加水分解すると最終生成物である THM が生成すると考えられている<sup>1)</sup>。THM 生成量は前駆物質質量と塩素量により決まり、この他に水温、pH、反応時間が関係する。特に水温の上昇は中間体の加水分解速度を加速し、ハロゲン化反応も加速する。

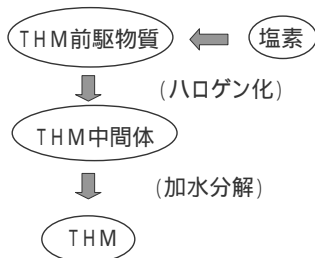


図-1 THM の生成反応

#### (1) 給湯原水の種類と THM 濃度

1995 年に調査した 6 施設の概要を表-1 に示す。

表-1 施設概要(1995 年調査)

	使用水	給湯方式	加熱方式	貯湯槽温度
A	井水	中央式	蒸気間接加熱	60
B	水道水	中央式	温水直接加熱	35
C	井水	中央式	蒸気間接加熱	50
D	井水	中央式	蒸気間接加熱	50
E	井水	中央式	蒸気間接加熱	65
F	水道水	中央式	蒸気間接加熱	65

給湯原水として水道水を使用する B,F の総 THM は、夏期原水 0.0006 ~ 0.0011mg/l、夏期給湯水 0.0014 ~ 0.0041mg/l、冬期原水 0.013 ~ 0.014mg/l、冬期給湯水 0.029 ~ 0.039mg/l であり、夏期は原水、給湯水とも総 THM が低く、冬期は給湯水が原水の 2.3 ~ 2.8

倍に増加した。一方、給湯原水に井水を使用する A, C, D 及び E の総 THM は、夏期原水 0.0004 ~ 0.023mg/l、夏期給湯水 0.0004 ~ 0.029mg/l、冬期原水 0.005 ~ 0.073 mg/l、冬期給湯水 0.032 ~ 0.098mg/l とバラツキが大きいが夏期、冬期とも給湯水総 THM が原水より増加した。

給湯設備の概要が類似する原水が井水、水道水の総 THM の結果を図-2 に示す。

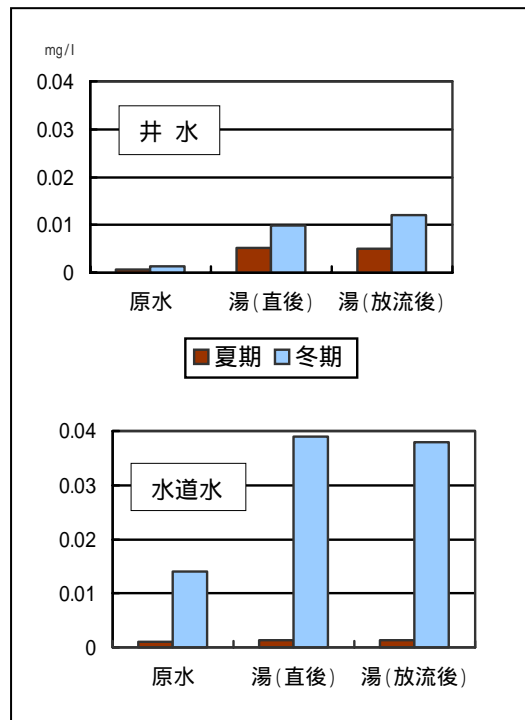


図-2 給湯原水別総 THM 濃度

給湯水の THM 量は、図-3 に示すようにハロゲン化反応により生成した THM 中間体の加水分解による THM 生成量と、気相への揮散量の差で表すことができる。

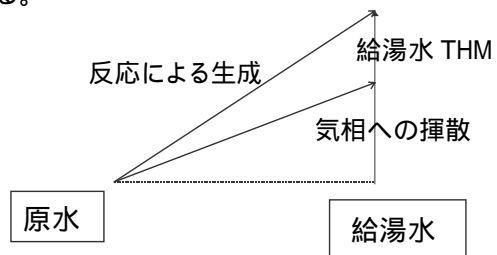


図-3 給湯水中の THM 量

水道水を給湯原水とする場合、浄水場で塩素滅菌された水が配水池等を経由しビル受水槽に給水されるため塩素の反応時間が長く、水温の高い夏期には給水段階で最終生成物である THM まで反応が進み、給湯の加温段階では新たな THM 生成量より揮散による減少量のほうが大きいものと考えられる。冬期には札幌の水道水は水温が低いため、給水段階で最終生成物である THM への反応が抑えられており、給湯の加温段階で中間体から THM へ反応が進み THM 濃度が増加するものと考えられる。

これに対し井水を給湯原水とする場合、各施設の受水槽で塩素滅菌され、反応時間が短く原水 THM 濃度が低いため給湯設備の段階で THM 濃度が増加するものと考えられる。

## (2) 給湯温度と THM 濃度

1998年冬期に調査した5施設の給湯温度等の概要を表-2に示す。5施設とも給湯設備は中央式で原水として水道水を使用していた。

表-2 給湯施設概要(1998年調査)

	貯湯槽容量	貯湯槽温度	給湯栓温度
a	3500 L	58	52
b	2000 L	53	46
c	2370 L	62	54
d	3500 L	57	54
e	2000 L	70	65

給湯原水総THM濃度は0.012~0.014mg/lと概ね同濃度であったが、給湯水総THMは表-3に示すとおり給湯温度が高いほど高濃度であった。

表-3 給湯水の THM 濃度(1998年度調査)

	総 THM	CHCl <sub>3</sub>	CHBr <sub>2</sub> Cl	CHBrCl <sub>2</sub>	CHBr <sub>3</sub>
a	0.025	0.0078	0.0075	0.0083	0.0011
b	0.019	0.0060	0.0055	0.0062	0.0008
c	0.023	0.0079	0.0059	0.0081	0.0008
d	0.024	0.0091	0.0055	0.0080	0.0007
e	0.028	0.011	0.074	0.087	0.0010

給湯温度が最小のb(46)と最大のe(65)について原水と給湯水のTHMの変化を比較したものを図-4に示す。

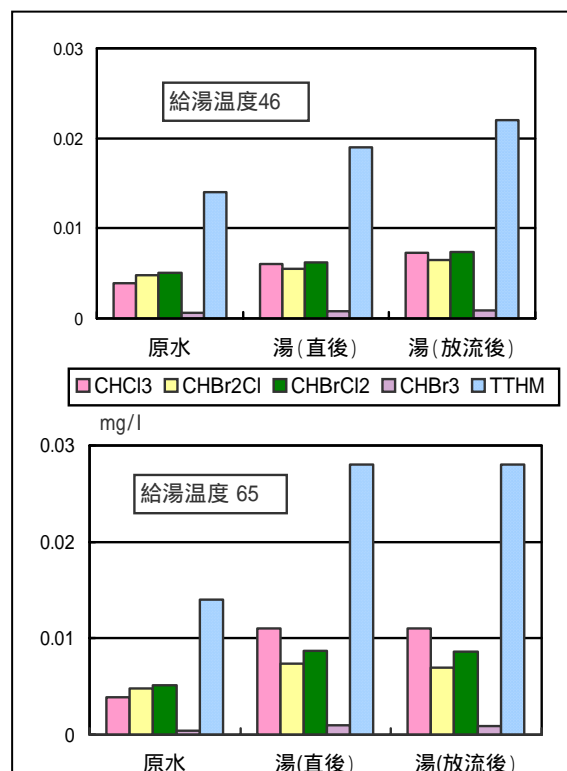


図-4 給湯温度と THM 濃度

bの給湯水総THMが原水の1.5倍の増加に対しeの総THMは2.0倍に増加した。項目別には、bのCHCl<sub>3</sub>が1.9倍の増加に対しeは2.8倍に増加しており、THM増加はCHCl<sub>3</sub>の寄与率大きいと考えられる。

調査した施設の給湯温度は最高でも65であったため、さらに高温の給湯水THMの変化は確認できなかった。このため、衛生研究所の給湯水原水(水道水使用)を用い実験的に加熱しTHM濃度の変化を検討した。

原水温度は22であり、これをビーカーに取りホットプレート上で加熱し40、60、80、100の時点でP&T測定用バイアルに採取した。沸騰後さらに加熱を続け2分後及び5分後に同様に採取した。各温度におけるTHM 4物質濃度を図-5に示す。

CHCl<sub>3</sub>は60を超えると急激に濃度が高くなり、沸騰直前まで増加した。CHBrCl<sub>2</sub>は沸騰直前まで緩や

かに増加した。CHBr<sub>2</sub>Clは80 までは増加したが、その後は減少した。CHBr<sub>3</sub>は初期濃度も低く加熱によっても変化しなかった。

中西<sup>2)</sup>,長谷川<sup>3)</sup>らにより水道水のTHMは煮沸により除去できることが報告されているが,今回の実験でも沸騰後加熱を続けると気相へ揮散し,4物質とも減少し5分後には消滅した。

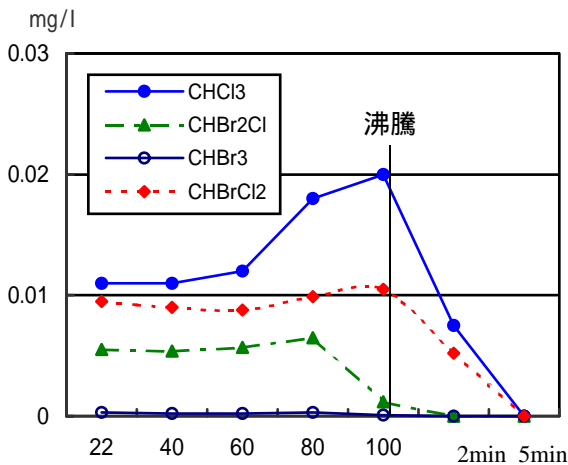


図-5 加熱による THM の変化

### (3) 給湯設備方式と THM 濃度

給湯設備は,その方式により瞬間式と貯湯式に大きく分けられる。大規模ビル内に設置されている給湯設備は,貯湯槽の湯を給湯管と返湯管により循環させ一定温度の湯を供給する中央式(貯湯式)である。家庭用には,原水を加熱しそのまま給湯する瞬間式が一般に設置される。図-6 に給湯設備の概略図を示す。

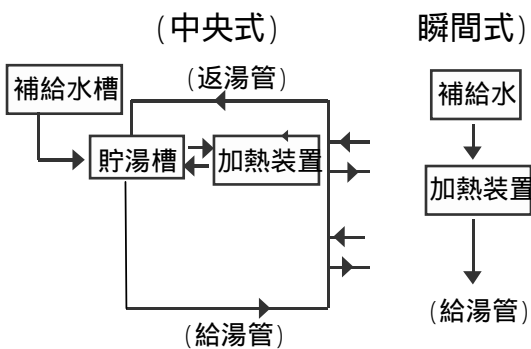


図-6 給湯設備の概略図

中央式給湯設備との違いを検討するため,1998年度に家庭用瞬間式給湯水6検体の調査を行った。中央式(1998年度調査のa~eの平均値)と瞬間式(6検体平均値)のTHM濃度を比較したものを図-7に示す。

給湯温度は,中央式の平均が54 ,瞬間式の平均が60 であった。中央式の給湯水は総THM濃度が原水の1.7倍に増加しているが,瞬間式では水温が高いにも関わらず1.1倍しか増加していなかった。

中央式は加熱後の滞留時間が長くTHM生成反応が進むのに対し,瞬間式は加熱後すぐ給湯されるためTHM生成量が少ないものと考えられる。

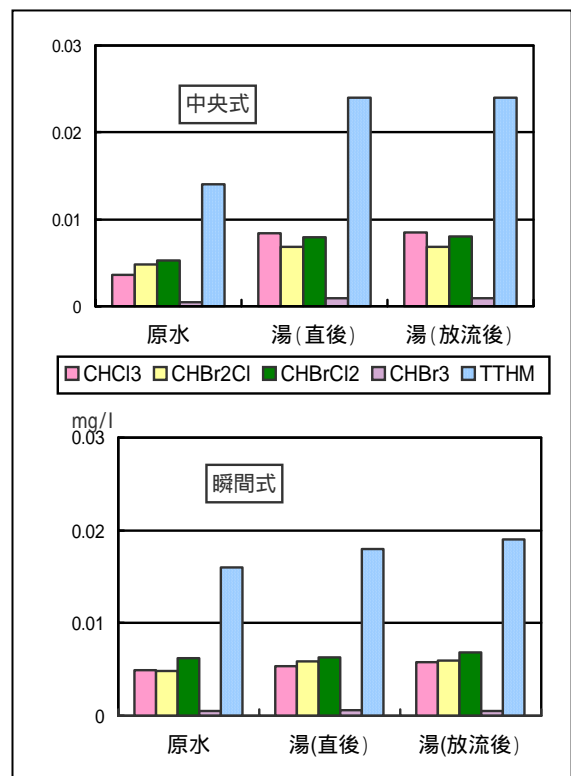


図-7 給湯方式によるTHM濃度

### 3-2 給湯水の金属濃度

1995年度調査の6施設及び1997年度調査の12施設の貯湯槽,給湯管の材質を表-4に示す。

貯湯槽材質は,18施設中15施設がステンレス製で,残りの3施設が銅板製であった。配管材質は,15施設が銅管,2施設が塩ビライニング管,1施設が亜鉛メッキ管であった。

表-4 施設の配管等材質（1995,1997 年度調査）

	貯湯槽	給湯管		貯湯槽	給湯管
	ステン	銅		ステン	塩ビ
	ステン	銅		ステン	銅
	鋼板	亜鉛メッキ		ステン	銅
	鋼板	銅		ステン	塩ビ
	鋼板	銅		ステン	銅
	ステン	銅		ステン	銅
	ステン	銅		ステン	銅
	ステン	銅		ステン	銅
	ステン	銅		ステン	銅

(1) 銅

18 施設の給湯栓開栓直後と 10 リットル放流後の給湯水の銅濃度を図-8 に示す。

原水の銅濃度は、0.004mg/l ~ 0.001mg/l 未満であったが、開栓直後の給湯水では配管が銅管の施設では 0.24mg/l ~ 0.012mg/l, 平均で 0.099mg/l であった。塩ビ管の 2 施設はいずれも 0.002mg/l, 亜鉛メッキ管は 0.073mg/l であった。

放流後はすべての施設で銅濃度は減少し、銅管の給湯水の平均値は 0.067mg/l であった。

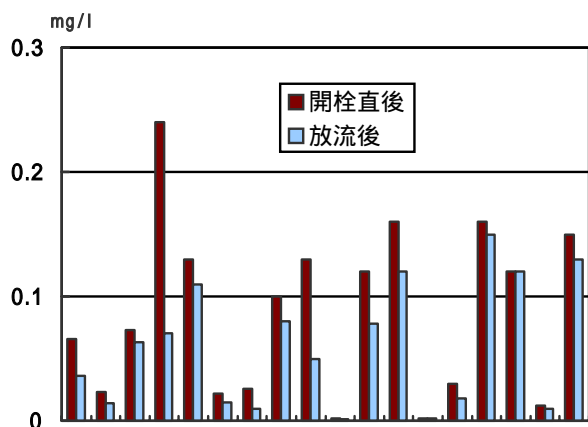


図-8 開栓直後及び放流後の銅濃度

(2) 亜鉛

18 施設の給湯栓開栓直後と 10 リットル放流後の給湯水の亜鉛濃度を図-9 に示す。

原水の亜鉛濃度は、0.039mg/l ~ 0.003mg/l であっ

たが、開栓直後の給湯水の亜鉛濃度は、貯湯槽材質が鋼板製である 0.10mg/l ~ 0.041mg/l, 平均 0.073mg/l であった。ステンレス製の 15 施設は、0.054mg/l ~ 0.004mg/l, 平均 0.016mg/l であり、貯湯槽材質が鋼板製のほうが亜鉛濃度が高かった。放流後はすべての施設で亜鉛濃度は減少した。

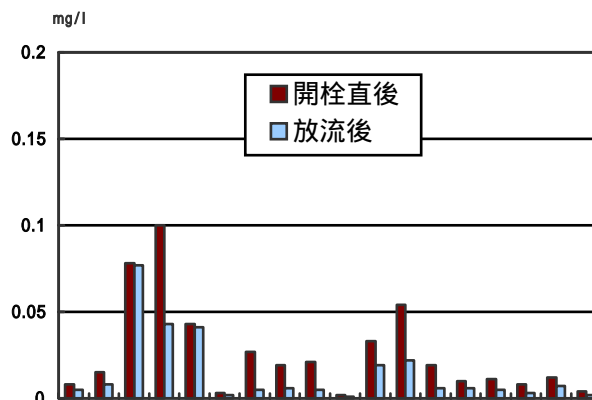


図-9 開栓直後及び放流後の亜鉛濃度

(3) 鉛

開栓直後の鉛濃度は 0.0050mg/l ~ 0.0005mg/l 未満で、給湯配管や貯湯槽の材質に係らず低濃度であった。

4. 結 語

(1) 給湯水の THM は、使用原水が水道水の場合夏期には給湯段階での増加は認められず、冬期には原水の 2.3 ~ 2.8 倍に増加した。使用原水が井水の場合には、各施設の塩素注入により THM の値はばらつきが大きいが、夏期冬期ともに原水より増加した。

(2) 給湯水 THM は給湯温度が高くなると増加し、THM 増加の寄与率は CHCl<sub>3</sub> が大きかった。

(3) 給湯水を煮沸すると 100℃ まで THM は増加するが、沸騰後さらに加熱すると THM は消滅した。

(4) 中央式給湯設備の給湯水は原水より THM が増加したが、家庭用瞬間式給湯設備では変化なかった。

(5) 貯湯槽、給湯配管の材質に由来する銅、亜鉛が給湯栓開栓直後の給湯水から高濃度に検出され、十分放流後は濃度が低下した。

## 5. 文 献

- 1) 丹保憲仁：水道水とトリハロメタン,技報堂出版,1983
- 2) 中西成子日野隆信：飲料水中の揮発性有機化合物の煮沸による除去,千葉衛研報告,18,25-27,1994
- 3) 長谷川一夫,宇都宮暁子他：煮沸による飲料水中の揮発性有機化合物の濃度変化,神奈川衛研報告,26,43-47,1996

## Quality of Water from Hot-Water Supply for Drinking

Takako Sawada, Tatsuya Oda, Kiyoshi Tani, Hiroshi Kudo  
Masaaki Yamamoto, Shinitiro Kozuka and Kozo Fujita

The quality of water from hot-water supply for drinking in buildings was investigated. Trihalomethane and metals were analyzed.

The trihalomethane concentration was higher in hot- water than in cooled water. It's concentration increased as the temperature of hot- water rised.

Zinc and copper, which derived from the material of the hot-water tank and piping, were also detected.

The metal concentration was high just after opening the stopper of hot- water supply. When the hot-water was continued to flowing, the metal concentration decreased.