

令和 5 年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)
分担研究報告書

中規模建築物所有者等による自主的な維持管理手法の検証のための研究
給水環境の実態並びに利用者の主観に関する調査

研究分担者 島崎 大 国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究代表者 本間 義規 国立保健医療科学院 統括研究官
研究分担者 下ノ 菌 慧 国立保健医療科学院 研究員

研究要旨

建築物の執務者の主観評価による室内環境のレーティングシステム構築に際して、給水環境ならびに給水水質に着目し、適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。

全国の 6 事業所を対象に、2024 年 8 月から 9 月にかけて室内環境に係る各項目の測定ならびに執務者に対する主観評価調査を実施したところ、一部の建築物から採取した試料の遊離残留塩素は、水道法の下限值 0.1mg/L を下回っていた。濁度はいずれもゼロに近く、目視でも色や濁りは確認されなかった。従属栄養細菌数は、一部の特定建築物とすべての中規模建築物について 1.0×10^2 CFU/mL 以上で存在し、微生物学的な衛生状況が芳しくないことが示唆された。

執務者に対する主観評価調査では、昨年度と同じく、水道水の飲用状況は事業所によって大きな差がみられた。水質に関しては、「塩素臭・カルキ臭」による異臭味が指摘されており、塩素消毒による臭味と考えられた。一方、「金気臭」の指摘は給水装置等の腐食に由来する可能性が考えられた。

主観評価においては異臭味、濁り、色が重要であるものの、塩素消毒由来の異臭味は給水・給湯システムの衛生状態と相反することに留意する必要がある。濁りや色は、給水装置や給水用具の腐食や劣化、細菌の再増殖等に由来する可能性があることから、主観評価において重要な項目と考えられる。

A. 研究目的

建築物衛生に係る本邦の法規制の範疇外となっている中小規模建築物の衛生環境(温熱環境、湿度環境、空気質、光環境、音環境、水質、衛生害虫の発生等)の管理手法として執務者の主観評価に着目し、各項目執務者の主観評価による室内環境のレーティングシステムを構築し、レーティング結果に基づく適切かつ有用性の高い管理手法を目指す。

当研究では、給水環境ならびに給水水質に着目し、執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。

B. 研究方法

B1. 調査対象の建築物

本研究では全国各地の 6 事業所を対象に、2024 年 8 月から 9 月にかけて室内環境に係る各項目の測定ならびに執務者に対する主観評価調査を実施した。表 1 に調査対象との建築物の概要ならびに給水方式等を示す。

B2. 給水環境に係る水質調査

各対象建築物の飲用等に供する給水栓、ならびに、給湯栓または男子トイレ内手洗い水から冷水および温水を採取し、以下の水質項目を測

定した。

- ・遊離残留塩素および全残留塩素

DPD 比色法

(HACH DR300 残留塩素用)

- ・従属栄養細菌数

寒天培地法

(R2A 寒天培地・20℃・7日間培養)

- ・全菌数

蛍光顕微鏡計数法

(蛍光顕微鏡：オリンパス BX61)

染色剤：TakaraBio SYBR Green I)

- ・濁度

積分球式光電光度法

(日東精工アナリテック PT-200)

- ・水温

アルコール温度計

なお、採水は調査開始時となる始業直後ないし始業1時間後(午前9-10時)に実施し、各残留塩素および水温は採水直後に測定した。従属栄養細菌数および全菌数の測定に用いる採水試料は、高圧蒸気滅菌済みガラス瓶(チオ硫酸ナトリウム試薬入)に直接採取してただちに残留塩素を消去した。濁度の測定試料はエチレンガス滅菌済みポリエチレン瓶に採取した。各試料ともに冷蔵して国立保健医療科学院の実験室に移送、測定した。

B3. 執務者に対する主観評価調査

室内環境の各測定を実施した当日、各事業所の執務者を対象に、Web アンケート票への回答により、室内環境の主観評価についての調査を実施した。給水環境に関する調査項目は以下の通りである。他の評価項目や回答者の属性等の詳細については、当研究の他の研究分担報告書を参照されたい。

Q7 職場での飲用水についてお伺いします

Q7-1 執務中の飲用水(お茶等をつくる水を含む)は何をお使いですか。

1. 共用部の水道水
 2. 執務室内の水道水
 3. ウォーターサーバー
 4. ペットボトル水
 5. 自宅で作ったお茶や飲料水等を持参
- その他 ()

上記の質問(Q7-1)で「1.共用部の水道水」「2.執務室内の水道水」を選択した方に質問します。

Q7-1-1 水道水の味はどうか。

1. 非常にまずい
2. まずい
3. ややまずい
4. まずくもおいしくもない
5. ややおいしい
6. おいしい
7. 非常においしい

Q7-1-2 水道水に臭いはありますか。(複数回答)

1. 塩素・カルキ臭を感じる
2. カビ臭・生ぐさ臭を感じる
3. 樹脂臭・溶剤臭を感じる
4. 金気臭(金属っぽいにおい)を感じる
5. 何かわからないが異臭を感じる
6. 特に感じない

Q7-1-3 浄水器は設置していますか。

1. 設置している
2. 設置しているが使用していない
3. 設置していない

Q7-2 仕事をしながら、水、お茶、コーヒーや清涼飲料水等を1日あたりどの程度飲みます

か（複数の種類をすべて合算）。

1. 全く飲まない
2. 1～2 杯程度（200～400mL 程度）
3. ペットボトル 1 本程度（500mL）
4. 3～4 杯程度（600～800mL 程度）
5. 5～6 杯程度（1000～1200mL 程度）
6. 6 杯以上（1200mL 以上）

Q7-3 共用部または執務室内の水道水で衛生上気になる点はありますか。

1. ある
2. ない

上記の質問(Q7-3)で「1.ある」を選択した方に質問します。

Q7-3-1 以下の項目で気になるものを選択してください。（複数回答）

1. 色
2. 臭い
3. 味
4. 蛇口（吐水口・レバー等）の汚れ
5. シンクまわりの汚れ
- その他（ ）

Q7-4 トイレの手洗い水で衛生上気になる点がありますか。

1. ある
2. ない

上記の質問(Q7-4)で「1.ある」を選択した方に質問します。

Q7-4-1 以下の項目で気になるものを選択してください。（複数回答）

1. 色
2. 臭い

3. 蛇口（吐水口・レバー等）の汚れ
4. 洗面器の汚れ
- その他（ ）

C. 研究結果

C1. 給水環境に係る水質調査

各事業所における給水栓・給湯栓・トイレ手洗い水から採取した試料の水質測定結果の一覧を表 2 に示す。

i) 残留塩素

大部分の事業所において、遊離残留塩素の濃度は、水道法の衛生上の措置として水道法施行規則に定められる下限値 0.1mg/L 以上であったが、一部の水栓は 0.1mg/L を下回っていた（建築物 C 冷水・トイレ水、D 温水、E 温水）。濃度範囲は 0.01～0.61mg/L であった。結合塩素の濃度は 0.0～0.26mg/L との範囲であり、全塩素の大部分は遊離塩素の形態であった。

ii) 濁度

0.00～0.07 度の範囲となり、目視による濁りは確認されなかった。

iii) 水温

給水栓やトイレ用手洗い水の水温は 18.0～29.0℃、給湯栓の水温は 38.1～53.5℃の範囲であった。

iv) 従属栄養細菌数

給水栓やトイレ用手洗い水の従属栄養細菌数は $6.7 \times 10^{-1} \sim 2.6 \times 10^3$ CFU/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $1.0 \times 10^0 \sim 6.3 \times 10^2$ CFU/mL の範囲であった。建物 E のトイレ手洗い水において、水質管理目標設定項目の目標値である 2.0×10^3 CFU/mL を超えていた。

v) 全菌数

給水栓やトイレ用手洗い水の全菌数は $2.0 \times 10^4 \sim 2.0 \times 10^5$ cells/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $2.3 \times 10^4 \sim 5.3 \times 10^4$ cells/mL の範囲であった。

C2. 執務者に対する主観評価調査

i) 飲用水の種別

執務中の飲用水（お茶等をつくる水を含む）として水道水を使用すると回答した者は、全101名中18名（17.8%）であった。事業所ごとの差が大きく、建築物Aは0/12名、建築物Bは1/6名、建築物Cは1/12名、建築物Dは1/4名、建築物Eは6/10名、建築物Fは6/23名であった。

ii) 水道水質の主観評価（異臭味）

主に水道水を飲用水として使用する者のうち、味が「ややまずい」とした者は18名中2名であった。また、臭いを感じるとした者は4名であり、その内訳（複数回答あり）は「塩素・カルキ臭」2件、「金気臭（金属っぽいにおい）」1件、「何か分からないが異臭を感じる」2件となった。

一方、味を「おいしい」とした者も18名中1名みられた。

iii) 浄水器の設置状況

浄水器を設置している建築物はB,E、設置していない建築物はC,D,Fであった。

iv) 執務時間中の飲量

すべての飲料を合計した1日あたりの飲量には個人差が大きく、全101名中、「全く飲まない」2名、「1～2杯程度（200～400mL程度）」9名、「ペットボトル1本程度（500mL）」34名、「3～4杯程度（600～800mL程度）」28名、「5～6杯程度（1000～1200mL程度）」17名、「6杯以上（1200mL以上）」5名であった。

v) 水道水等で衛生上気になる点

水道水は101名中10名から、トイレ用手洗いは101名中4名から、衛生上気になる点が指摘された。前者・後者ともに大部分が蛇口やシンク周り（水道水）、洗面器（トイレ）の汚れであった。一部に水質に関する指摘があり、水道水は臭い2件および味1件、トイレ用手

洗いは臭い3件であった。

2日目となる金曜日であること等が要因である。

D. 考察

D1. 給水環境に係る水質調査

本邦の水道では、水道水の衛生性を確保する上で、給水末端での残留塩素の保持が重要視されている。昨年度の冬季に実施した調査と比較して、多くの事業所において、給水末端の遊離残留塩素ならびに結合残留塩素は低下していた。とりわけ、事業所Cでは混合水栓（冷水）ならびにトイレ水ともに水道法が定める遊離残留塩素濃度の下限値0.1mg/Lを下回っていた。各冷水・トイレ水試料の水温は、冬季よりも上昇していたことから、給水末端における残留塩素の低減が大きかったと推定される。また、同一の混合水栓から冷水および温水を採水した建築物A,B,C,Eについて、温水の遊離および全残留塩素濃度はすべて冷水よりも低かった。いずれの温水も、シンク下の電熱式ヒーターにより加温・貯湯された状態であり、滞留中に残留塩素が消失しやすい状態となると考えられた。

濁度については、どの建築物もほぼゼロに近い値であり、目視でも濁りや浮遊物は認められなかった。

従属栄養細菌数は、特定建築物Cおよび中規模建築物D,E,Fすべてについて、 1.0×10^2 CFU/mL以上で存在することが確認された。とりわけ、建築物Cのトイレ用手洗いで、水質管理目標設定項目としての暫定目標値である2,000 (2.0×10^3) CFU/mLを超過しており、遊離残留塩素の低減との関連が示唆された。従属栄養細菌数が高い状況にあるとは、当該の給水・給湯系統において微生物が再増殖しやすい、すなわち、微生物学的な衛生状況が芳しくない

ことを反映しており、例えばレジオネラや非結核性抗酸菌等といった、日和見感染の原因となる病原細菌の存在が懸念される。このような細菌、ならびに、宿主となる自由生活性アメーバ等の存在状況を確認するなど、微生物学的な衛生状況について精査が必要であると考えられる。

全菌数については、各試料ともに $10^4 \sim 10^5$ cells/mL の範囲と比較的高い濃度であったが、前回の冬季調査よりも低減する試料が多く見られた。全菌数は生菌および死菌の現存量を評価する指標であるため、給水環境の衛生性の面からは注視する必要がある。

D2. 執務者に対する主観評価調査

調査対象とした各執務者のうち、執務中の飲用水（お茶等をつくる水を含む）として水道水を使用すると回答した者は 17.8%と少ない割合であった。事業所により傾向が大きく異なるものの、主たる飲用水は「ウォーターサーバー」「ペットボトル水」「自宅からの持参」であった。

水道水を使用する割合が比較的高かった建築物 E、F のうち、建築物 E は冬季調査と同程度の割合であった。浄水器を設置していること、ならびに、水道水の水質が非常に良好であるとの認識により、水道水の積極的な使用に影響している可能性があると考えられた。水道水を使用し、主観評価において水道水の味を「おいしい」とした 1 名は、建築物 E であった。

水道水の水質に関する主観評価について、「ややまずい」とした 2 名は、「塩素臭・カルキ臭」または「金気臭（金属っぽいにおい）」を指摘していた。また、臭いを感じるとした者は 4 名であり、その内訳（複数回答あり）は「塩素・カルキ臭」2 件、「金気臭（金属っぽいにおい）」1 件、「何か分からないが異臭を感じる」2 件となった。夏期においては、残留塩素の消

費量が大きくなるため浄水場において塩素の注入量を増やすことがあり、「塩素・カルキ臭」を生じる場合がある。「金気臭」については、給水装置の腐食に由来する可能性がある。「塩素・カルキ臭」については、水道水の飲用を忌避する原因となり得るものの、塩素消毒の効果が保持されていることの証左であり、給水環境の衛生性からは望ましい面がある。一方、「金気臭」については、鉛や銅等の金属による健康影響が想定されるため、化学物質の種別について精査する必要がある。

水道水あるいはトイレ用手洗い水にて衛生上気になる点として、異臭味に加えて、蛇口やシンク周り（水道水）、洗面器（トイレ）の汚れが指摘されていた。その他の回答として「歯磨きする人のうがいの飛び散り」が指摘されていた。このような衛生上の懸念が、共用の水道栓から水道水を飲用することの忌避感につながる可能性がある。

E. 結論

建築物の執務者の主観評価による室内環境のレーティングシステム構築に際して、給水環境ならびに給水水質に着目し、適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。水道水の衛生性を確保する上で、本邦では給水末端での残留塩素の保持が重要視されている。しかしながら、主観評価において、塩素臭は異臭味の一つとして認識されることから、相反する評価となる可能性がある。

昨年度および今回の調査では認められなかったものの、水道水の濁りや色は給水装置や給水用具の腐食や劣化、細菌の再増殖等に由来する可能性が想定されることから、主観評価において重要な項目と考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 島崎大, 下ノ菌慧, 小林健一, 阪東美智子, 東賢一, 本間義規. 中規模建築物の衛生環境と執務者の主観評価 その3 給水に係る衛生状況と水道水質. 第82回日本公衆衛生学会総会 ; 2023.10.31-11.2 ; つくば. 同講演集. P-2001-3.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1.特許取得

(該当なし)

2.実用新案登録

(該当なし)

3.その他

(該当なし)

表 1 調査対象の建築物の概要ならびに給水方式

建築物	種別	所在地	延床面積 [m ²]	竣工年	階数	測定階数	給水方式	調査日
A	特定建築物	北海道札幌市	25,289	1,995	B1-16F	10F	貯水槽	2023/8/25
B	特定建築物	宮城県仙台市	6,800	1,991	B1-8F	7F	貯水槽	2023/9/21
C	特定建築物	東京都新宿区	93,997	2,011	B2-35F	22F	貯水槽	2023/9/27
D	中規模建築物	北海道札幌市	1,373	2,018	3F	2F	直結給水	2023/8/26
E	中規模建築物	熊本県熊本市	973	n.a.	3F	3F	直結給水	2023/9/12
F	中規模建築物	石川県金沢市	806	n.a.	1F	1F	直結給水	2023/9/19

表 2 調査対象の採水箇所および水質測定結果

建築物	採水箇所	遊離塩素 [mg/L]	結合塩素 [mg/L]	全塩素 [mg/L]	濁度 [度]	水温 [°C]	従属栄養細菌数 [CFU/mL]	全菌数 [cells/mL]
A	蛇口 (混合栓・冷水)	0.41	0.09	0.50	0.00	23.0	2.1×10^1	5.0×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.26	0.12	0.38	0.00	43.0	7.3×10^0	5.3×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.25	0.09	0.34	n.a.	26.7	n.a.	n.a.
B	蛇口 (混合栓・冷水)	0.24	0.02	0.26	0.07	20.0	6.7×10^{-1}	3.6×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.15	0.01	0.16	0.07	38.1	1.0×10^0	2.3×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.11	0.06	0.17	n.a.	22.0	8.9×10^1	6.0×10^4
C	蛇口 (混合栓・冷水)	0.07	0.09	0.16	0.02	24.0	3.0×10^2	1.7×10^5
	蛇口 (トイレ)	0.08	0.03	0.11	0.02	23.0	2.6×10^3	2.0×10^5
D	蛇口 (混合栓・冷水)	0.61	0.03	0.64	0.05	22.8	4.3×10^2	5.2×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.04	0.00	0.04	n.a.	53.5	n.a.	n.a.
	蛇口 (トイレ)	0.11	0.07	0.18	0.02	29.0	4.2×10^1	5.8×10^4
E	蛇口 (混合栓・冷水)	0.15	0.04	0.19	0.01	21.2	1.1×10^3	4.4×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.01	0.07	0.08	0.01	52.3	6.3×10^2	2.5×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.18	0.02	0.20	n.a.	23	n.a.	n.a.
F	蛇口 (混合栓・冷水)	0.28	0.26	0.54	0.03	18.0	1.1×10^2	2.0×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.39	0.06	0.45	0.07	21.0	1.0×10^2	3.0×10^4
		※0.1mg/L以上			※2度以下		※2,000CFU/mL以下(暫定)	

