

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）
「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」
分担研究報告書

給水環境の実態なら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。

全国各地の7事業所を対象に、2023年2月から3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、一部の中規模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。濁度は築年数にかかわらずほぼゼロに近い値であった。従属栄養細菌数は、一部の特定建築物および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、水道水の飲用は事業所によって大差がみられた。水質に関しては、多くの場合に異臭味が指摘されており、塩素消毒による臭味も含まれると考えられた。一方、給水装置等からの金属や溶媒等の溶出に由来する可能性もあるため、異臭味の種別を精査する必要がある。

主観評価においては異臭味、色、濁りが重要であるものの、塩素消毒由来の異臭味は区別すること、浄水器の設置の有無が主観に大きく影響を与える可能性があることに留意する必要がある。

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

(1) 調査対象の建築物

本研究では全国各地の7事業所を対象に、2023年2月から3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。

(2)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試料水を採取し、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。

(3)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、アンケート票への回答による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

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 水道水に匂いはありますか。(複数回答)

1. 化学物質臭を感じる 2. カビ臭さを感じる 3. 何かわからないがニオイがする 4. 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
6. その他 ()

Q7-4 トイレの手洗い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(Q7-4)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
- 5.その他 ()

C. 調査結果

(1) 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(同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D温水、E冷水、G混合栓水)。結合塩素の濃度は各水試料とも小さく、0.03～0.1mg/Lの範囲であった。また、全塩素の大部分は遊離塩素の形態であった。

ii) 濁度

すべての水試料について0.00-0.03度の範囲となり、目視でも濁りはまったく確認されなかった。

iii) 水温

給水栓やトイレ用手洗い水の水温は9.0～22.0℃、給湯栓の水温は37.0～53.2℃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 $3.3 \times 10^{-1} \sim 2.2 \times 10^3$ CFU/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $2.0 \times 10^0 \sim 1.8 \times 10^2$ CFU/mLの範囲であった。トイレ手洗い水(建物E)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 $5.8 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^5$ cells/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $4.8 \times 10^4 \sim 6.0 \times 10^4$ cells/mLの範囲であった。

(2) 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、回答者 120 名中 31 名 (25.8%) であった。事業所ごとの差が大きく、建築物 A,B は 0 名、建築物 C は 20 名中 5 名、建築物 D は 36 名中 7 名、建築物 E は 11 名中 7 名、建築物 F は 22 名中 5 名、建築物 G は 12 名中 7 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 (一部、使用しない者を含む) のうち、味が「まずい」「ややまずい」とした者は 47 名中 5 名であった。また、匂いを感じるとした者は 6 名であり、その内訳 (複数回答あり) は「化学物質臭」4 件、「かび臭」1 件、「不明臭」3 件となった。

一方、味が「おいしい」「ややおいしい」とした者も 47 名中 6 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 E,G、設置していない建築物は A,B,F であった。建築物 C,D は設置している・していないとする回答が混在していた。

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いものの、「ペットボトル 1 本程度 (500mL)」が 121 名中 35 名 (28.9%)、3~4 杯程度 (600~800mL 程度) が 121 名中 46 名 (38.0%) と両者で大半を占めた。「全く飲まない」とする者も 2 名みられた。

v) 水道水等で衛生上気になる点

水道水は 121 名中 20 名から、トイレ用 hand 洗いは 121 名中 15 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、水道水は色 1 件、臭い 4 件、

味 5 件、トイレ用 hand 洗いは臭い 5 件であった。

D. 考察

(1) 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。調査対象とした各事業所において、大部分の給水栓や給湯栓、トイレ用 hand 洗いで、0.1mg/L 以上の遊離残留塩素が確保されていたものの、一部の中規模建築物から採取した試料はこれを下回っていた。ただし、建築物 E,G はアンケート回答より浄水器が設置されていることが確認されたため、浄水器によって残留塩素が除去された後の水道水を採取した可能性も考えられた。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,D,F について、温水の遊離・結合・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。特に、建築物 D は温水の水温が 53.2℃ と最も高く、遊離残留塩素濃度が 0.03mg/L と最も低いため、水温と残留塩素消費との関連性が大きいものと考えられた。なお、残留塩素の消費に影響を及ぼす他の要因として、給水管の特性 (材質や敷設期間)、給水管の衛生状況 (生物膜の形成の有無)、水道水の水質 (残留塩素を消費する有機物の存在状況) が挙げられる。結合残留塩素の濃度は 0.03~0.10mg/L の範囲であり、建築物や水栓の種別について特段の差はみられなかった。

濁度については、どの建築物も築年数にかかわらず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。ただし浄水器を設置している建築物 E,G については、浄水器により浮遊物等が除去されている可能性も考えられた。

従属栄養細菌数は、特定建築物 C および中規模建築物すべてについて、 1.0×10^2 CFU/mL 以上で存在することが確認された。特に建築物 E のトイレ用手洗い水にて、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 を超えていた。従属栄養細菌数の存在は、給水環境における微生物の再増殖が発生しやすい等、微生物学的な衛生状況が芳しくないことを示唆するものであり、レジオネラや非結核性抗酸菌等の日和見感染性病原体の存在が懸念される。図 1 に示すように、各試料の遊離残留塩素濃度と従属栄養細菌数との間には明確な相関性はみられなかった。給水末端における従属栄養細菌数等の存在には、残留塩素濃度、水温、水質（資化性有機物、栄養塩等）、滞留時間、流速、給水管の材質といった様々な因子に関わるため、特に従属栄養細菌数が高い一部の試料については精査を要すると考えられる。

一方、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。全菌数には生菌・死菌ともに含まれる点異なるものの、給水環境の衛生性の面からは注視する必要がある。

(2) 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約 1/4 であった。使用する割合が高かった建築物 E および G は、いずれも浄水器を設置してい

るため、水道水の水質や異臭味に関する利用者の懸念が小さいと考えられた。また建築物 E が位置する熊本市は水道原水の全量を地下水に依存しており、水道水の水質が非常に良好であることを同市の広報等で PR していることも、水道水の積極的な使用に影響している可能性がある。水道水を使用し、かつ、次項の主観評価において水道水の味を「おいしい」とした 2 名は、いずれも建築物 E であった。

水道水の水質に関する主観評価について、「まずい」「ややまずい」とした者の大半は異臭味を指摘していた。「かび臭」1 名を除いては「化学物質臭」または「不明臭」であり、水道水の塩素消毒に由来するカルキ臭、あるいは、給水装置や給水用具に由来する樹脂臭や樹脂臭、溶媒臭を指摘した可能性がある。前者については健康上の影響は認められず、むしろ給水環境の衛生性が確保されている点では望ましい面がある。後者については鉛や銅等の金属や有機溶媒による健康影響が想定されるため、異臭味や化学物質の種別について精査する必要があると考えられる。

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。また、その他の回答として水道管や給湯器の老朽化が指摘されていた。大半は、水道水を飲用等に使用していない者から指摘されており、このような懸念が、水道水を飲用する忌避感につながった可能性がある。

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、相反する評価となる可能性がある。

今回の調査では特段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あるため、主観評価においても重要な項目である。

浄水器の設置の有無により、水道水の飲用の有無が異なる可能性があり、主観評価に与える影響に留意する必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

(該当なし)

2. 学会発表

(該当なし)

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

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	2023/3/24
B	特定建築物	宮城県仙台市	6,800	1,991	B1-8F	7F	貯水槽	2023/3/15
C	特定建築物	東京都新宿区	93,997	2,011	B2-35F	22F	貯水槽	2023/3/17
D	中規模建築物	北海道札幌市	1,373	2,018	3F	2F	直結給水	2023/3/23
E	中規模建築物	熊本県熊本市	973	n.a.	3F	3F	直結給水	2023/3/10
F	中規模建築物	石川県金沢市	806	n.a.	1F	1F	直結給水	2023/3/13
G	中規模建築物	東京都中央区	459	n.a.	3F	3F	直結給水	2023/2/15

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	0.07	0.48	0.01	13.0	3.3×10^{-1}	7.1×10^4
	蛇口（混合栓・温水）	0.29	0.06	0.35	0.00	37.0	2.0×10^0	4.8×10^4
B	蛇口（混合栓・冷水）	0.37	0.05	0.42	0.03	9.0	3.3×10^{-1}	6.3×10^4
	蛇口（トイレ）	0.18	0.09	0.27	0.02	22.0	7.0×10^0	6.7×10^4
C	蛇口（混合栓・冷水）	0.14	0.07	0.21	0.02	n.a.	5.5×10^2	1.1×10^5
	蛇口（トイレ）	0.15	0.06	0.21	0.03	n.a.	3.9×10^1	1.0×10^5
D	蛇口（混合栓・冷水）	0.44	0.10	0.54	0.00	21.0	1.0×10^2	6.2×10^4
	蛇口（混合栓・温水）	0.03	0.03	0.06	0.02	53.2	3.7×10^0	5.3×10^4
E	蛇口（事務所）	0.07	0.05	0.12	0.02	n.a.	6.2×10^2	9.9×10^4
	蛇口（トイレ）	0.20	0.04	0.24	0.02	n.a.	2.2×10^3	9.3×10^4
F	蛇口（混合栓・冷水）	0.39	0.05	0.44	0.00	11.4	5.7×10^2	7.2×10^4
	蛇口（混合栓・温水）	0.17	0.05	0.22	0.00	46.5	1.8×10^2	6.0×10^4
G	蛇口（3F）	0.41	0.03	0.44	0.03	n.a.	3.7×10^0	5.8×10^4
	蛇口（2F・混合栓）	0.05	0.05	0.10	0.03	n.a.	5.4×10^1	9.5×10^4

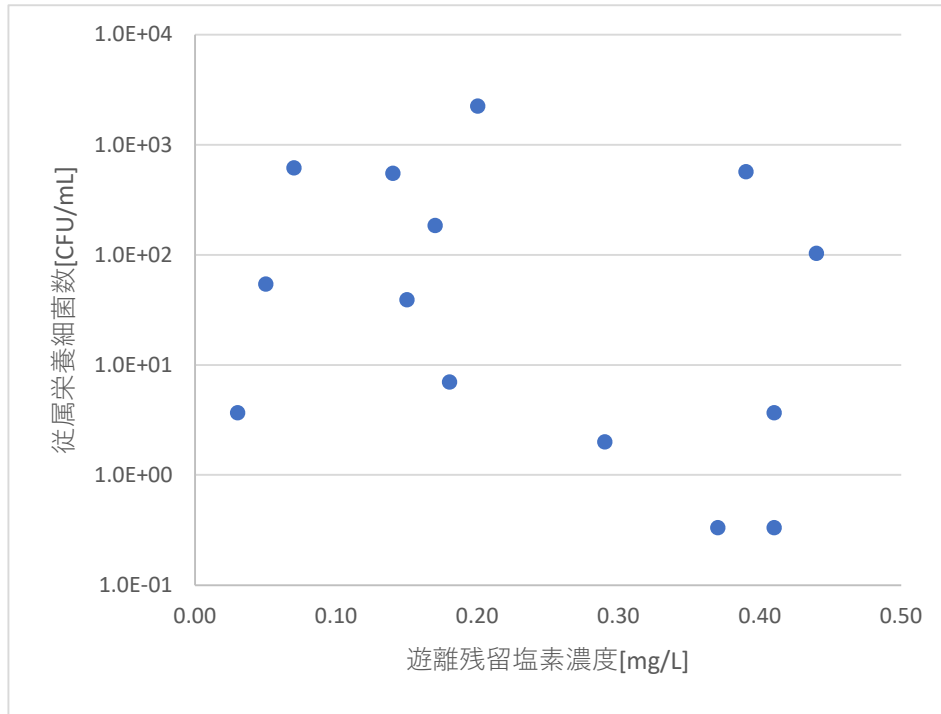


図1 遊離残留塩素濃度と従属栄養細菌数の相関性