

喫煙室の臭気対策及び作業環境のホルムアルデヒド対策について

ーアルデヒド類除去技術の開発を中心にー

湯 懐 鵬¹⁾
佐 伯 寅 彦¹⁾
穴 井 俊 博¹⁾

小 林 徳 和¹⁾
高 村 祐 貴¹⁾

1. はじめに

室内環境におけるアルデヒド類の除去技術はシックハウス対策から、喫煙室の環境たばこ煙（ETS）対策、さらに医療現場の病理検査室など作業環境の環境改善まで広く求められている。ただし、対象施設の用途によっては除去対象のアルデヒド類の種類や目標濃度が異なり、また発生源の発生量が数十倍も違うなど多様な側面がある。そのためアルデヒド類の除去も用途に応じ物理吸着又は化学吸着、さらに湿式又は乾式など、対象施設に合わせた技術が必要とされる。本報では、我々が今まで取り組んできたアルデヒド類除去技術の開発状況を紹介したうえで、関連技術導入後の環境改善効果も簡単に述べる。

2. シックハウス対策用改質活性炭

シックハウス対策は揮発性有機化合物（VOC）およびホルムアルデヒドなどの除去が課題である。従来の活性炭による物理吸着では VOC の除去に十分な性能を有しているが、ホルムアルデヒドの濃度低減には不十分であった。そこでケイ酸ナトリウムを活性炭の細孔表面にコーティングすることにより細孔サイズを調整してホルムアルデヒド除去性能を高めることに成功した。この技術を用いて実用化した改質活性炭は化学物質過敏症の診断治療施設やシックハウス対策に広く応用され、国の調査研究による各技術の比較では高い評価を受けた¹⁾。図-1 に各除去技術によるホルムアルデヒド除去性能（標準運転モード）の比較¹⁾を、表-1 に化学物質過敏症患者住宅におけるアルデヒド類の低減効果の一例²⁾を示す。

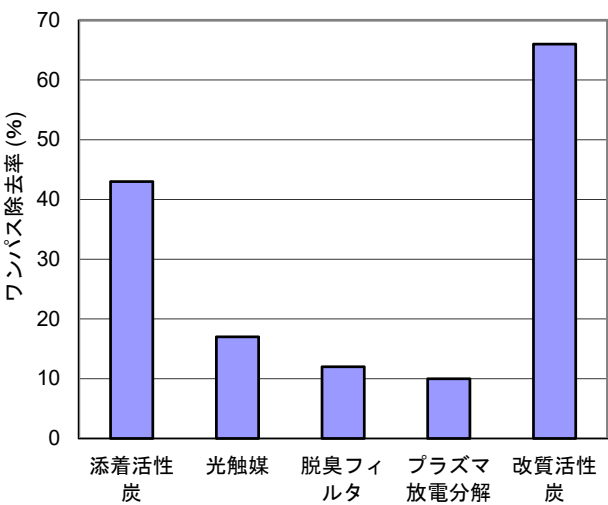


図-1 各除去技術によるホルムアルデヒド除去性能¹⁾

表-1 化学物質過敏症患者住宅における低減効果例²⁾

物質名	運転前	運転4日後	運転11日後	厚生労働省室内濃度指針値
Formaldehyde	7.5	<0.3	<0.3	100
Acetaldehyde	11.9	9.0	9.3	48
Acetone	68.2	38.0	36.4	—

注：処理風量 170m³/h 空気清浄機を 4.5 畳和室に設置して運転前後のカルボニル化合物濃度の測定値（単位：μg/m³）

¹⁾ 新菱冷熱工業株式会社 経営統括本部イノベーションハブ

3. 喫煙室のためのアセトアルデヒド除去技術

喫煙室の臭気対策は主に喫煙室から周辺エリアへのETS 漏えい防止と、ETS 中の粉じんやガス状臭気物質の除去の二つの課題がある。最近、サードHANDSモーキング問題も注目されるようになったが、臭気対策の技術的な課題としてアセトアルデヒドの除去が挙げられている。これは、アセトアルデヒドの匂い閾値が小さいことに加え、ETS 中のアセトアルデヒド濃度が数百 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高いことで、従来の技術ではアセトアルデヒドを有効に除去できないからである。

我々はアミノ酸とアルデヒド類との化学反応に着目し、高濃度のアセトアルデヒドでも安定的に化学吸着できる除去液を開発して、ワンパス除去率 95%の湿式除去装置を実用化した³⁾。さらに除去液を含浸させた特殊活性炭も開発して乾式吸着剤を供用した。図-2 に某事務所ビルの喫煙室に導入した脱臭装置の構成を、表-2 にその脱臭装置の上流・下流濃度とワンパス除去率を示す⁴⁾。この脱臭装置を導入した喫煙室では環境改善されると同時に、空調と搬送動力に必要なエネルギーを年間約 60%削減できる試算結果となった⁵⁾。

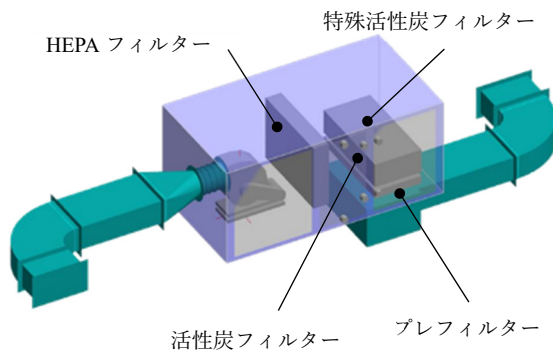


図-2 脱臭装置の構成⁴⁾

表-2 脱臭装置の上流・下流濃度とワンパス除去率⁴⁾

	上流濃度	下流濃度	除去率
臭気濃度 [-]	1 600	79	95 %*
浮遊粉じん [個/L]	1 655 406	124	99.99 %
アセトアルデヒド [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	470	69	85 %
ニコチン[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	620	3.6	99 %

* 臭気濃度の除去率欄は((上流の臭気濃度)-(下流の臭気濃度)) / (上流の臭気濃度)×100 で表される脱臭効率を示す

4. 病理検査室向けホルムアルデヒド除去技術

病理検査室では臓器や組織をホルマリンで固定するため、作業時にホルムアルデヒドが大量に発生する。そのため、病理検査室では一般的に 30~60 回/h 前後の換気

が必要で、莫大な空調負荷となる。図-3 に我々が開発したアミノ酸を用いた除去装置、図-4 にその除去装置の長期性能試験結果を示す⁶⁾。この装置および適切な気流制御により導入外気量を 50%削減しながら作業環境を第 1 管理区分に維持できている。

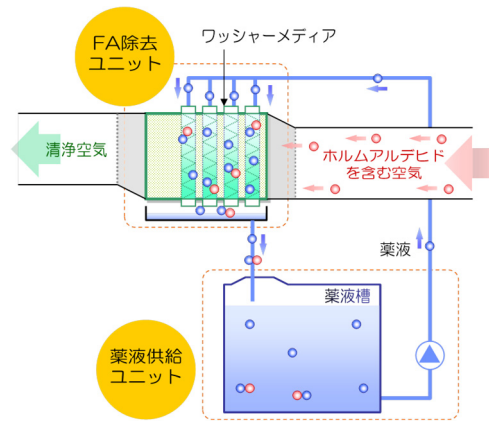


図-3 湿式ホルムアルデヒド除去装置⁶⁾

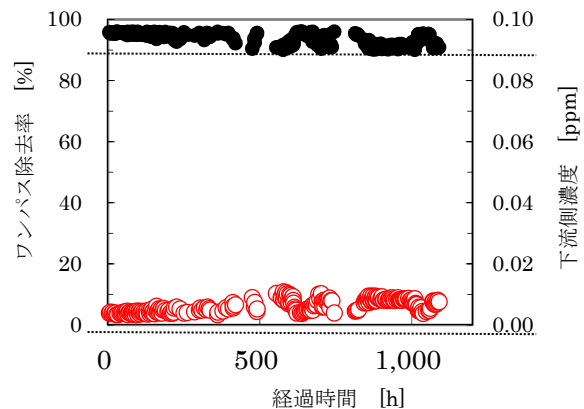


図-4 ホルムアルデヒドの長期除去性能⁶⁾

5. まとめ

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド除去技術の開発を中心に述べた。喫煙室の臭気対策や作業環境のホルムアルデヒド対策は何れも有害物質の除去と換気希釈との二つの手法で環境改善を行っている。そのため、有害物質の除去技術の向上が導入外気量の削減、すなわち空調負荷の削減に寄与して建築物の脱炭素に貢献できる。したがって脱炭素社会の実現のためにも関連技術の更なる研究開発が期待される。

謝 辞

本報の技術開発にあたって多くの先生方のご指導・ご協力を頂いた。ここで特に故石川哲先生、宮田幹夫先生（北里大学）、柳澤幸雄先生（東京大学）、池田耕一先生

(元国立保健医療科学院)、野口美由貴先生(成蹊大学)、水越厚史先生(近畿大学)、中川貴文氏(三菱地所設計)に御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 長谷川・羽田・小峯・鎌田：日本建築学会環境系論文集，Vol.68, No.572, pp.55-62, 2003.10
- 2) H. Tang & M. Miyata: Proceedings I of IAQVEC2007, pp.509-514, 2007.10.
- 3) 野口・水越・前田・佐伯・湯・柳澤：室内環境，Vol.15, No.2, pp.125-134, 2012.12
- 4) 佐伯・中川・増田・小林・坂本・穴井・湯：空気調和・衛生工学会論文集，Vol.47, No.305, pp.45-53, 2022.8
- 5) 中川・増田・小林・佐伯・坂本・穴井・湯：空気調和・衛生工学会論文集，Vol.46, No.295, pp.35-41, 2021.10
- 6) 穴井・湯・佐伯・岩間・牧野・千葉・江藤・池田：空気調和・衛生工学，Vol.91, No.7, pp.653-658, 2017.7