

環境過敏症対策としての有効な室内空気汚染対策製品  
—環境工学研究者からみた環境過敏症——一條佑介<sup>1)\*</sup>, 野崎淳夫<sup>2)</sup><sup>1)</sup>東北文化学園大学 〒981-8551 宮城県仙台市青葉区国見6-45-1<sup>2)</sup>東北文化学園大学大学院 〒981-8551 宮城県仙台市青葉区国見6-45-1Effective Indoor Air Pollution Countermeasure Products for  
Environmental Hypersensitivity  
-Environmental Hypersensitivity from the Perspective of  
Environmental Engineering Researchers-Yusuke ICHIJO<sup>1)\*</sup> and Atsuo NOZAKI<sup>2)</sup><sup>1)</sup>Tohoku Bunka Gakuen University, 6-45-1, Kunimi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-8551, Japan<sup>2)</sup>Graduate School of Tohoku Bunka Gakuen University,  
6-45-1, Kunimi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-8551, Japan

## 要 旨

本報では、とりわけ化学物質過敏症に焦点をあて、室内化学物質汚染対策について考えた。現在、室内空気汚染対策製品は数多くの製品が普及している。そこで本報では、空気汚染対策製品の中から(1)消臭・脱臭剤、(2)空気清浄機に着目して、室内化学物質汚染対策として有効であるかを検討した。その結果、消臭・脱臭剤に比べて空気清浄機には、室内汚染物質濃度を低減できる能力があり、その性能の向上に期待が持たれるが、性能が劣化する危険性を持っており、使用に際しては(1)化学物質除去機構を有する機器の選定と(2)換気との併用が絶対条件である。今後、室内空気汚染対策技術の向上により、室内汚染物質濃度を低下させる期待が非常に高いところである。

## Abstract

In this study, we focused on chemical hypersensitivity and considered countermeasures against indoor chemical pollution. At present, many indoor air pollution control products are in wide use. In this study we focused on (1) deodorizers and deodorizers, and (2) air purifiers among the air pollution countermeasures products, and examined whether they are effective as indoor chemical pollution countermeasures. As a result, compared to deodorizers and deodorizers, air purifiers have the ability to reduce the concentration of indoor pollutants, and there are high expectations for the improvement of their performance. However, there is a risk of deterioration in performance, and when using air purifiers, it is absolutely necessary to (1) select equipment with a chemical substance removal mechanism and (2) use them in combination with ventilation. In the future, it is highly expected that the concentration of indoor pollutants will be reduced by the improvement of indoor air pollution control technology.

**Key words:** 環境過敏症(Environmental hypersensitivity), 室内空気汚染対策製品(Indoor air pollution countermeasure products), 空気清浄機(Air Cleaner), 化学物質(Chemical substances), 劣化性(Deterioration properties).

## 1. 緒言

私たちは、1日のうちに屋外で過ごす時間は約10%程度と言われ、ほとんどは屋内または移動の電車や自動車などの車室内で過ごしている。これらから、私たちが健康・安全に過ごすためには、住宅内や乗

り物内の空気環境が非常に重要であると言える。そのため、室内環境に関しては建築基準法をはじめとする各種法律・基準が定められている。

現在においても、シックハウス症候群や化学物質過敏症等の健康被害を引き起こす室内化学物質汚染

\*Corresponding author (責任著者) Email: ichijo@ept.tbgu.ac.jp, Tel: 022-233-4063

受付日: 2022年1月14日 (Received: 14 January 2022)

受理日: 2022年2月19日 (Accepted: 19 February 2022)

は、未だ解決に至っていない。法規制により汚染対策が講じられるに至ったが、依然としてシックハウス被害は後を絶たない<sup>9)</sup>。すなわち、個人においても何らかの対策をとらざるを得ない現状にある。

また近年では、環境過敏症と呼ばれる健康障害を訴える人が報告されており、通常では感じないレベルの微量化学物質環境過敏症は、化学物質や電磁波などのさまざまな外的環境要因に対し、通常であれば許容できるレベルで身体の不耐症を示す病態といわれている。本報では、とりわけ化学物質過敏症に焦点をあて、室内化学物質汚染対策について考えてみた。

現在、実行できる身近な汚染対策は、換気の励行、汚染発生源の除去、空気汚染対策製品の利用である。この中で、換気が最も確実な汚染対策であるが、健康・快適指向の高まりから、空気汚染対策製品が広く利用されており、数多くの製品が普及している。そこで本報では、空気汚染対策製品の中から(1)消臭・脱臭剤、(2)空気清浄機に着目して、室内化学物質汚染対策として有効であるかを検討する。

## 2. 室内化学物質汚染対策

### 2.1 換気

換気は全ての汚染物質の室内濃度を低減させる技術である。Fig. 1に示すように換気には、自然換気と機械換気がある<sup>9)</sup>。自然換気は主に窓開けによるもので、外気との温度差や圧力差を利用して室内に外気を導入し、室内空気を外部に排出する方法である。ただし、外気との環境条件の差、開口部の位置、面積などによって、程度に大きな差があり、必ずしも一定の効果を得られるわけではない。

一定の効果を得られる換気方法に機械換気がある。機械換気は、主にファンにより強制的に外気を導入し、室内空気を排出する方法である。また、Fig. 2に示すように、第1種換気、第2種換気、第3種換気に分けられる。また、2003年以降に建てられた住宅では、改正建築基準法により0.5(回/h)以上の性能を持つ機械換気設備の設置が義務付けられている<sup>9)</sup>。

Fig. 2(a)に示すように、第1種換気は給気、排気共にファンを用いており、3つの換気の中で最も計画的な換気が行える。また、室内の圧力、気流などの



Fig. 1 Types of ventilation (ventilation and leakage)<sup>9)</sup>

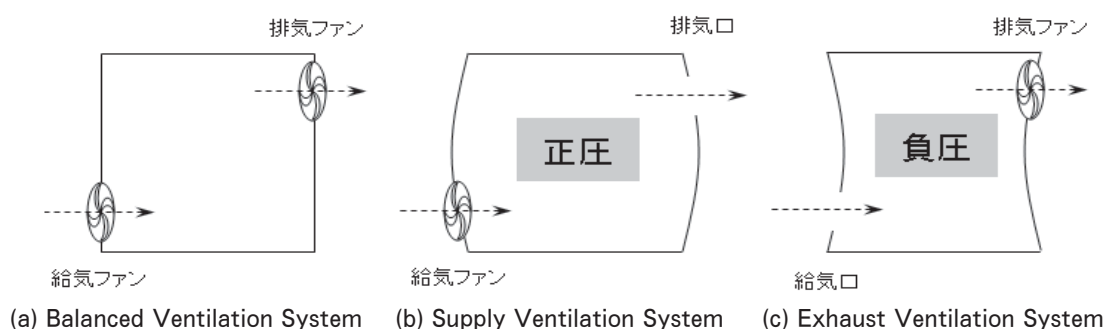


Fig. 2 Types of mechanical ventilation<sup>9)</sup>

制御が可能であり、セントラル空調を用いる場合に適している。Fig. 2(b)に示すように、第2種換気はファンを給気側にのみ用いており、排気側は開口部を用いて自然排気を行うもので、屋外から新鮮空気を取り入れる場合に適している。Fig. 2(c)に示すように、第3種換気はファンを排気側にのみ用いており、給気側は開口部を用いて自然給気を行うもので、室内を負圧に保ったまま排気するため、室内で発生した汚染物質を隣室に漏らさない利点を持つ。また、「換気」ではないものの意図しない通気として「漏気」がある。漏気は住宅の気密性能に関わり、漏気量が多い住宅は気密性能が低く、少ない住宅は気密性能が高い。

## 2.2 消臭・脱臭剤

消臭・脱臭剤は、手軽に購入できる空気汚染対策製品のひとつである。(Fig. 3参照) この製品は臭気汚染対策として広く普及しているが、中には製品自身から有害化学物質を発生させるものもある<sup>3)</sup>。そのため、最新の科学情報に留意し、製品選定時の注意が必要となる<sup>4)</sup>。消臭・脱臭剤は主に臭気物質の発生源発生量を抑制させる、又は室内臭気物質濃度を低減させる製品である。

芳香消臭脱臭剤協議会は、消臭・脱臭剤等を、それぞれ「空間に芳香を付与するもの」、「臭気を化学的作用又は感覚的作用等で除去又は緩和するもの」、「臭気を物理的作用等で除去又は緩和するもの」、「他の物質を添加して臭気の発散や発生を防ぐもの」としている。元来、これらの製品はアンモニアやメチルメルカプタンなどの臭気物質の除去を目的とする製品であった。

近年では、ホルムアルデヒドやVOC(Volatile



Fig. 3 Deodorizers and deodorizers

organic compounds：揮発性有機化合物)などの化学物質の除去性能を付加した製品も数多く市販されており、製品にはホルムアルデヒドやVOCなどの化学物質を有効に除去し、その効果に期待がもてる製品もあるが、後述する空気清浄機の性能と比較して小さく<sup>5)</sup>、消臭・脱臭剤の中には製品自身からVOCを含む有害化学物質を発生させるものもある<sup>3)</sup>ため、室内化学物質汚染対策として有効とは言いがたい。

## 2.3 空気清浄機

空気清浄機の市場は、過去十年で急速に拡大した<sup>6)</sup>。同時に、機器性能も大きな向上を示している<sup>7)</sup>。当初の機器はタバコ煙などの浮遊粒子状物質の除去を目的としていたが、室内空気汚染が大きな社会問題となると、家電メーカー各社は有害化学物質除去を目的とした新製品開発を行うようになった。Fig. 4に示すように近年の製品には、室内空気汚染対策としてその効果が期待できる製品もあるが、効果の持続性(劣化性)には問題がある<sup>2)</sup>。

### 2.3.1 空気清浄方式

空気清浄機は基本的に汚染物質を除去する浄化部と室内気流を形成するファンにて構成されている。浄化部の構成は、対象物質(粒子状、ガス状、粒子状+ガス状)によって多種多様であり、Table 1に示すように除去方式により、おおよそ7つに分類できる<sup>2)</sup>。また、空気清浄機の除去方式別のフィルタ構成例をTable 2に示す<sup>2)</sup>。

空気清浄機の使用に際しては、以下のような留意点がある。

- (1)一酸化炭素や二酸化炭素などの物質を除去しないため、換気との併用が必要となる。
- (2)使用時間の経過に伴い汚染物質除去性能が劣化



Fig. 4 Air cleaners

Table 1 Types of removal methods in air cleaners and their characteristics<sup>2)</sup>

①機械式	ファンの動力により室内空気を吸引し、空気中に含まれる粒子状物質をフィルタの濾過作用により捕集し、室内に供給する方式である。
②電気式	プレフィルタの後部にイオン荷電部を設け、通過した粒子を荷電させ、電荷を持った粒子が荷電部後方にある集塵部（静電フィルタ）に捕集される方式である。有害なオゾンガスを発生する製品があることに留意する必要がある。
③電子式	プレフィルタの後方に荷電部を設け、その近傍の粒子状物質を荷電させた後、クーロン力によって集塵部に付着させて捕集する方式である。本方式はファンを持たないため、運転音が殆どなく、電力消費量も少ないメリットがある。しかしながら、空気清浄機近傍の粒子状物質のみが対象になり、ファンを装備している他の方式に比べて除去性能が小さく、室内濃度の低減性は大きく劣る。このような欠点から、ファンを併用する電子ファン式空気清浄機も市販されている。電気式と同様に、有害なオゾンガスを発生する製品があることに留意する必要がある。
④物理吸着式	プレフィルタの後方に活性炭等の多孔質吸着材により構成するガス除去フィルタを設置し、通過したガス状汚染物質を吸着して除去する方式である。
⑤化学吸着式	活性炭表面の添着剤とガス状物質の中和、酸化反応やイオン交換反応などを利用し、ガス状汚染物質を除去する方式である。
⑥分解式	オゾンまたは高電圧により発生するOHラジカルにより、ガス状物質の分解を図る方式である。最近では高電圧や光触媒技術を利用し、空気中化学物質を分解・無害化を意図する機器も普及している。
⑦複合式	上記の除去方式の組み合わせによる方式で、現在市販されている空気清浄機の殆どはこの方式である。

Table 2 Classification of air cleaners by adsorption principle<sup>2)</sup>

方式	構成例	備考
機械式		①プレフィルタ ②エアフィルタ ③ファン
電気式		④イオン荷電部 ⑤集電フィルタ ⑥集塵極板
電子式		⑦活性炭または多孔質無機物質吸着剤 ⑧ケミカルフィルタ ⑨光触媒フィルタ ⑩光脱臭ランプ ⑪光脱臭フィルタ
物理吸着式		
化学吸着式		
分解式		
複合式		

するため、メンテナンスが必要である。

(3)気流を遮る家具等が室内にある場合には室全体の清浄化が難しいため、設置場所を検討する必要がある。

### 2.3.2 市販空気清浄機における除去性能の実態

#### (1) 初期性能

筆者らは、家庭用空気清浄機ホルムアルデヒド

やVOC等の化学物質における除去性能を実験的に明らかにしている。Fig. 5に示すように、浮遊粒子状物質(花粉粒子)に比較して、化学物質(ホルムアルデヒドとVOC)の除去性能はかなり小さい<sup>8)</sup>。ただし、初期性能のみを見れば、Fig. 6に示すように近年の空気清浄機にはある種の化学物質を高効率で除去できるものもある<sup>9)-15)</sup>。

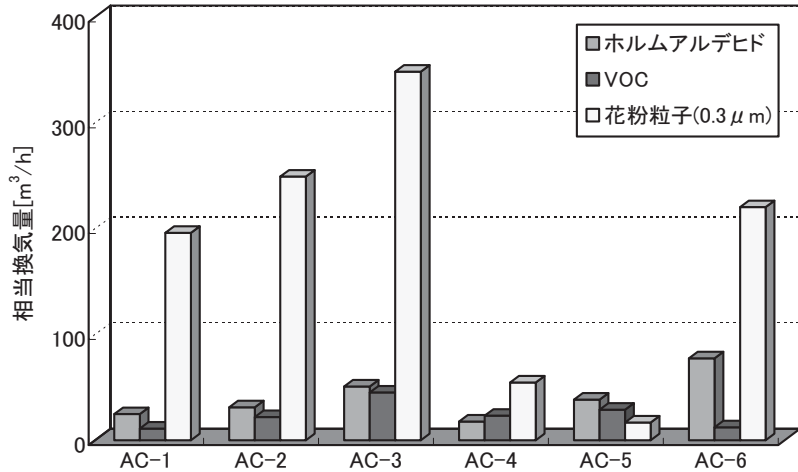


Fig. 5 Removal performance of suspended particulate matter and gaseous pollutants in commercial air cleaner removal performance of suspended particulate matter and gaseous pollutants

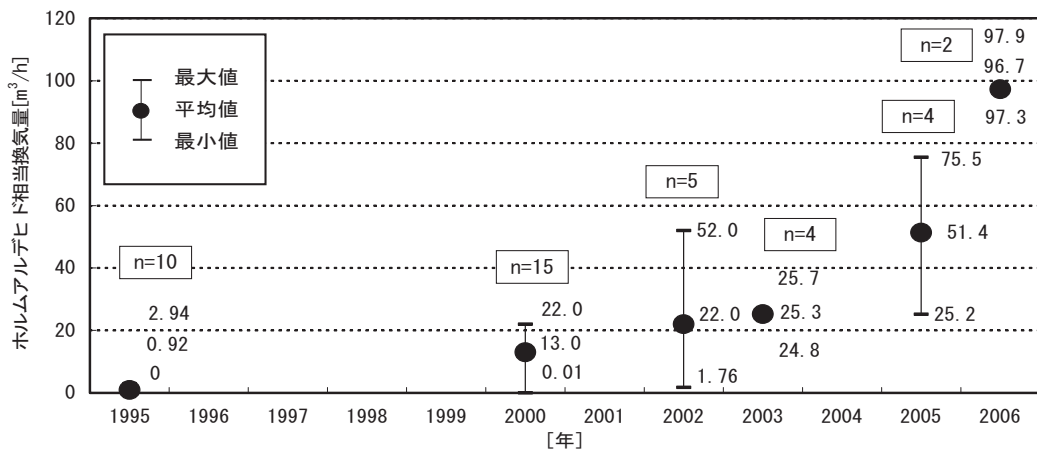


Fig. 6 Changes in the formaldehyde removal performance of air cleaners<sup>2)</sup>

(2) 劣化性能

空気清浄機のガス除去部には活性炭が使用されることが多いが、室内空気汚染の原因物質については、その除去容量(破過容量)についての検討が成されておらず、結果として機器性能の持続性(劣化性)も不明であった。そこで筆者らは、活性炭吸着方式の空気清浄機における持続性(劣化性)を検証するため、専用の実験装置を開発し、フィルタの劣化を図り、運転開始から1~4ヶ月後の機器性能の変化を明らかにした<sup>16,17)</sup>。

試験の結果、Fig. 7に示すように機器のホルムアルデヒド除去性能は、1ヶ月間の使用で初期性能に比較して約59.1(%)と低下を示した。その後、2ヶ月、

3ヶ月、4ヶ月間の使用で、初期性能に比較して、それぞれ約70.8、70.8、74.4(%)低下する実態が示された。既往機器に於いて、ホルムアルデヒド除去性能は、2ヶ月間の使用で初期性能の約30%となることが明らかとなった<sup>16,17)</sup>。

以上から、消臭・脱臭剤に比べて空気清浄機は室内汚染物質濃度を低減できる能力があり、室内化学物質汚染対策として有効であるが、性能が劣化する危険性を持っている。

※空気清浄機の性能は「相当換気量」という指標を用いて表している。相当換気量とは機器固有の汚染物質除去性能を換気に相当させたもので、この値が大きいほど除去性能が良いことを意味する。例えば、



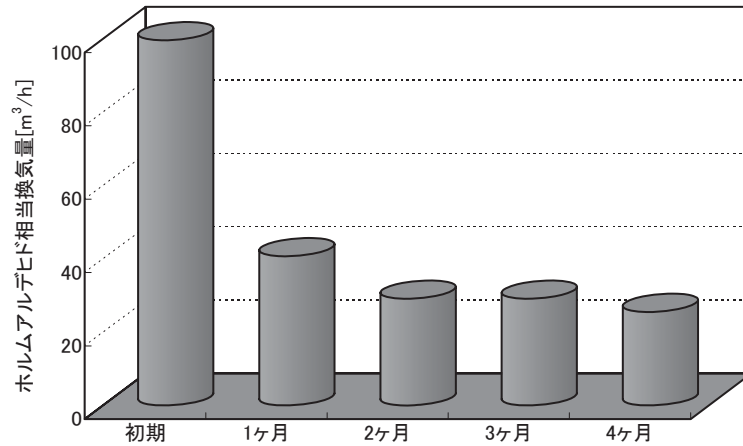


Fig. 7 Deterioration of formaldehyde removal performance with the use of commercial air cleaners<sup>2)</sup>

ホルムアルデヒド相当換気量 $1(\text{m}^3/\text{h})$ の機器は、1時間の機器使用中に $1(\text{m}^3)$ のホルムアルデヒドを含まない空気を室内に供給できるものである。

### 3. 結論

近年では、環境過敏症と呼ばれる健康障害を訴える人が報告されており、通常では感じないレベルの微量化学物質環境過敏症は、化学物質や電磁波などのさまざまな外的環境要因に対し、通常であれば許容できるレベルで身体の不耐症を示す病態といわれている。本報では、とりわけ化学物質過敏症に焦点をあて、室内化学物質汚染対策について考えた。

現在、実行できる身近な汚染対策は、換気の励行、汚染発生源の除去、空気汚染対策製品の利用である。この中で、換気が最も確実な汚染対策であるが、健康・快適指向の高まりから、空気汚染対策製品が広く利用されており、数多くの製品が普及している。

そこで、室内空気汚染対策製品に期待がかかっていたが、今のところ実際に室内汚染物質濃度を許容可能な程度まで減衰させる製品は少ない。消臭・脱臭剤に比べて空気清浄機には、室内汚染物質濃度を低減できる能力があり、その性能の向上に期待が持たれるが、性能が劣化する危険性を持っており、使用に際しては(1)化学物質除去機構を有する機器の選定と(2)換気との併用が絶対条件である。

今後、室内空気汚染対策技術の向上により、室内汚染物質濃度を低下させる期待が非常に高いところである。

### 引用文献

- 1) 日本建築学会：室内空気環境設計法，技報堂出版，42-48 (2005).
- 2) 室内環境学会：室内環境学概論，東京電機大学出版局，198-214 (2010).
- 3) 野崎淳夫，山下祐希：消臭剤の化学物質発生量・除去性能に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州)，937-938 (2007).
- 4) 野崎淳夫：シックハウス対策に吸着剤・脱臭剤・空気清浄機，地球環境，102-105 (2007).
- 5) 吉川 彩，野崎淳夫，成田泰章：消臭剤が室内ガス状汚染物質濃度を与える影響に関する研究，雰囲気対応型消臭剤における試験評価法の提案と消臭液の化学物質除去性能，室内環境，14(1)，3-13 (2011).
- 6) 総務省統計局：平成26年全国消費実態調査，(2015).
- 7) 日本建築学会：シックハウス対策マニュアル，技報堂出版，135-154 (2010).
- 8) 野崎淳夫，一條佑介他：家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究 (その7)，日本建築学会学術講演梗概集，D II 巻，921-922 (2010).
- 9) 一條佑介，野崎淳夫ら：JEM1467による空気清浄機の臭気物質除去性能の検証，日本建築学会2017年度大会，689-670 (2017).
- 10) 野崎淳夫，飯倉一雄，大澤元毅，吉澤 晋：家庭用空気清浄機のガス状物質除去特性に関する研究，ホルムアルデヒド除去効果，日本建築学

- 会計系論文集, No.554, 35-40 (2002).
- 11) 長谷川麻子, 羽田崇秀, 小峯裕己, 鎌田元康: 単体ガス成分に対する家庭用空気清浄機の性能試験方法に関する検討, 日本建築学会環境系論文集, No.572, 55-62 (2003).
  - 12) 野崎淳夫, 清澤裕美, 吉澤 晋: 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究 (その1), 環境タバコ煙に対する除去効果, 日本建築学会環境系論文集, No.576, 37-42 (2004).
  - 13) 清澤裕美, 野崎淳夫, 吉澤 晋: 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究 (その2), 花粉粒子に対する除去効果, 日本建築学会環境系論文集, No.586, 29-35 (2005).
  - 14) 野崎淳夫, 一條佑介, 吉澤 晋: 室内化学物質濃度予測式を用いた汚染対策の効果に関する研究, 臨床環境医学, 第16巻第1号, 30-37 (2007).
  - 15) 野崎淳夫, 一條佑介: 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究 (その6), 日本建築学会学術講演梗概集, D II 巻, 969-970 (2007).
  - 16) 野崎淳夫, 一條佑介: 家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能の持続性に関する研究 (その1), 日本建築学会学術講演梗概集, D II 巻, 825-826 (2008).
  - 17) 一條佑介, 野崎淳夫: 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能の劣化性に関する研究, 室内環境, 13-1, 31-38 (2010).