

**空気清浄機におけるたばこ臭除去性能の劣化性**

**Keyword:** 空気清浄機、たばこ臭、JEM1467、耐久性、たばこ耐久本数

文・一條 佑介 東北文化学園大学 講師  
フォーラム正会員C

**1. はじめに**

近年、シックハウス問題を契機に、より一層、空気質に対する関心が高まっている。とりわけ、室内の汚染物質の一要素である臭気に関する人々の関心は高く、空気清浄機、消臭剤や脱臭剤などの室内空気汚染対策品が種々開発、販売されているのが現状である。それに加えて、高齢化に伴う介護環境が注目され、同環境特有の臭気問題が取り上げられるようになってきている。

現在、図1に示すように経済産業省公表によれば、2014年の空気清浄機の国内出荷台数は200万台以上、国内普及台数は約1,500万台に増加している<sup>1)</sup>。

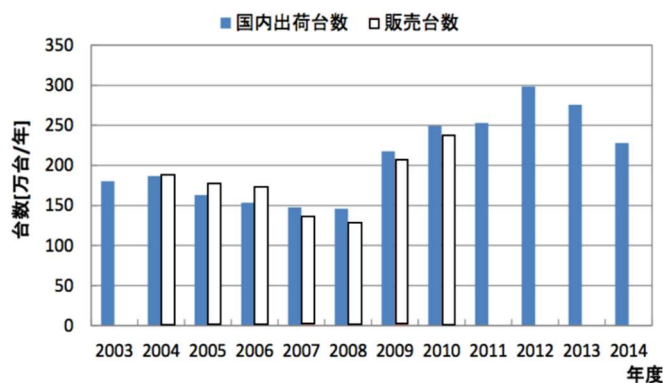


図1 空気清浄機の国内出荷台数・販売台数<sup>1)</sup>

また、表1に示すように内閣府「消費動向調査」によれば、2017年3月時点において、空気清浄機の普及率は、総世帯の37.2%である<sup>2)</sup>。

表1 空気清浄機の普及率・保有数量<sup>2)</sup>

単位・%	普及率			単位:100世帯当たり台数	保有数量		
	総世帯	一般世帯	単身世帯		総世帯	一般世帯	単身世帯
2007年3月	31.4	35.8	17.2	2007年3月	39.8	46.1	19.6
2008年3月	31.7	37.1	17.7	2008年3月	39.4	46.7	20.7
2009年3月	31.6	35.7	21.2	2009年3月	39.7	45.4	24.9
2010年3月	31.8	36.6	19.4	2010年3月	41.4	48.4	23.2
2011年3月	33.8	38.8	21.1	2011年3月	44.2	51.9	24.6
2012年3月	34.7	40.0	21.0	2012年3月	45.4	53.7	24.1
2013年3月	37.8	43.5	23.4	2013年3月	49.6	57.8	28.4
2014年3月	36.9	42.3	24.9	2014年3月	47.8	56.8	27.9
2015年3月	38.7	44.4	26.0	2015年3月	51.1	60.5	30.4
2016年3月	38.0	44.3	24.0	2016年3月	49.4	59.3	27.7
2017年3月	37.2	42.6	25.1	2017年3月	49.9	59.3	29.1

内閣府「消費動向調査」(総世帯=一般世帯+単身世帯)

市販空気清浄機は、活性炭など多孔質素材での吸着、あるいは触媒、光触媒、電子装置から発生する活性種、オゾン、イオンなどによる分解作用で、ガス状物質汚染を低減させようとしているが、機器のガス除去性能には解決すべき課題がある。

**1. 1 空気清浄方式**

**(1) 吸着方式**

活性炭などの多孔質材料を用いる吸着方式には、ガス除去性能が早期劣化する問題がある。筆者らは空気清浄機の性能劣化を引き起こす実験装置を用いた実験方法により、機器のホルムアルデヒド除去性能の劣化性を定量的に求めたが、ホルムアルデヒド供給濃度を100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とし、器具を連続運転すると、僅か1ヶ月間の使用でホルムアルデヒド除去性能が59%劣化する<sup>3)</sup>。単ガスで汚染負荷であっても、このような早期劣化が起こるが、一般の室内環境ではさらに汚染負荷は高いと見積られる。このような吸着方式におけるガス除去性能の早期劣化は、活性炭などの吸着材に使用される添着剤の特性にある。

**(2) 分解方式**

触媒、光触媒、電子装置などを用いる分解方式については、耐久性の早期劣化に対して、有利な期待感があるものの、吸着方式に比較して、除去性能そのものが小さくなりがちで、オゾンや有害な二次生成物質の発生が懸念される。

**(3) 活性種・イオン放出式**

OHラジカルやオゾンなどの活性種やイオン粒子などを室内に放出し、汚染物質の分解除去や無害化を図る方式であり、ガス除去性能の持続性に期待感がある。ただし、気中拡散した汚染物質と如何に効率よく結合するかが課題となる。放出物質の安全性については分解方式と同様である。

**(4) 併用方式**

上記(1)~(3)を組み合わせた方式。

**1. 2 耐久性試験**

いずれの方式についても、実際の耐久性能は機器ごとに異なり、個別の試験を行って初めて機器性能が判明する。そのため、JEMA(日本電機工業会)では、世界に類のないたばこ煙に対する耐久性試験法(JEM1467)<sup>4)</sup>を制定し、試験法を公開している。

**1. 3 研究目的**

住宅室内ではたばこ臭、体臭、ペット臭、生ごみ臭およびトイレ臭などの室内臭気汚染が挙げられており、なかでもたばこの臭気に対する嫌悪感、喫煙、非喫煙者に関わらず強いことが知られている。

そこで本研究では、室内における代表的な不快臭であるたばこ臭に着目し、空気清浄機の性能劣化を引き起こす実験装置を用いた試験方法により、機器の劣化性を実験的に求めるものである。具体的には、JEM1467<sup>4)</sup>により(1)吸着方式と(3)活性種・イオン放出方式を組み合わせた(4)併用方式の空気清浄機の耐久性を明らかにする。

**2. 試験概要**

本研究では、タバコ煙により空気清浄機の性能劣化を引

き起こす JEM 1467<sup>4)</sup> を用いた実験検証を行った。

### 2.1 測定対象 (空気清浄機)

測定対象機器は、表 2 に示すように吸着方式と活性種・イオン放出方式を組み合わせた併用方式で、2014 年製の空気清浄機である。

表 2 空気清浄機の仕様

	製造年	機器風量[m <sup>3</sup> /h]					適用床面積[m <sup>2</sup> ]	フィルタ構成
		大	中	小	静電集塵	活性炭		
AC-1	2014	420	330	240	150	60	29	①プレフィルタ②静電集塵フィルタ③活性炭フィルタ

### 2.2 対象物質

JEM 1467<sup>4)</sup> に規定されているアンモニア、アセトアルデヒド、酢酸を測定対象物質とした。

### 2.3 試験室

図 2、写真 1 に示すように、温湿度などの環境条件が制御でき、常時清浄空気が供給されている大型実験内にアクリル製の 1 m<sup>3</sup>チャンバーを設置した。チャンバー (1 m<sup>3</sup>) 内の初期環境条件は温度：20±0.5 °C、相対湿度：50±1 %とし、チャンバー内には JEMA タバコ吸煙機と攪拌ファンを設置した。

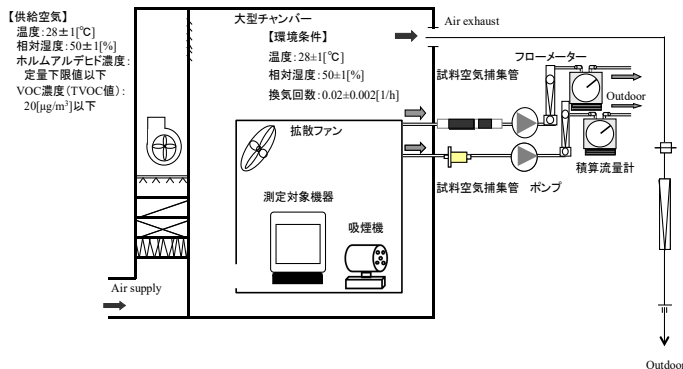


図 2 試験室の概要



写真 1 試験の様子 (1m<sup>3</sup>チャンバー)

### 2.4 測定手順

1) タバコ (5 本) を JEMA タバコ吸煙器に設置する。

- 2) タバコ (5 本) を 6~8 分間で同時燃焼させ、攪拌ファンの運転を開始する。
- 3) タバコ燃焼後、5 分間を安定期間としタバコ煙を攪拌させる。
- 4) 安定期間終了後、即時検知管により測定する。
- 5) その後 30 分間機器を運転させ、機器の劣化を図る。
- 6) 機器運転を停止し、検知管により測定する。

### 2.5 初期ガス濃度測定

- 1) タバコの燃焼が終了した後、2~5 分後とする。
- 2) 測定順序は、アンモニアとアセトアルデヒドを最初に同時に測定し、次に酢酸を測定する。

### 2.6 残存ガス濃度測定

- 1) 空気清浄機を 30 分間運転させる。
- 2) 運転を中止し、初期ガス濃度測定 2) と同じ方法で濃度を測定する。

### 2.7 試料空気の採取方法

試料空気は、検知管を用いて測定した。アンモニアは、3La (測定範囲：2.5~200 ppm、目盛範囲：5~100 ppm、ガステック)及び、3L (測定範囲：0.5~78 ppm、目盛範囲：1~30 ppm、ガステック)の検知管を使用した。また、アセトアルデヒドでは、92L (測定範囲：1~20 ppm、目盛範囲：1~20 ppm、ガステック)の検知管を使用した。さらに、酢酸では、81L (測定範囲：0.125~25.0 ppm、目盛範囲：0.25~10.0 ppm、ガステック)の検知管を使用した。なお、各々100mlの気体を吸引して測定し、検知管指示値は各目盛間を等分して読み取った。

### 2.8 空気清浄機の性能評価<sup>4)</sup>

#### (1) 除去率

各汚染成分の除去率  $\eta$  [%] は、次式(1)により算出する。

$$\eta = \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) \times 100 \quad (1)$$

ここで、 $C_0$ : 初期ガス濃度 [ppm]、 $C$ : 30 分後の残存ガス濃度 [ppm] とする。

また、初期の除去率は、次式(2)により算出する。

$$\eta_t = \frac{\eta_1 + 2\eta_2 + \eta_3}{4} \quad (2)$$

ここで、 $\eta_t$ : 初期の除去性能 [%]、 $\eta_1$ : アンモニア除去率 [%]、 $\eta_2$ : アセトアルデヒド除去率 [%]、 $\eta_3$ : 酢酸除去率 [%] とする。

#### (2) 耐久本数

各汚染物質の除去率  $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 、 $\eta_3$  が 50% になるまで繰り返し、(2)式によって各汚染物質の除去率が 50% に達した時のそれぞれのタバコ本数を  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$  を読み取る。

そこで、総合耐久本数は、次式により算出する。

$$K_t = \frac{K_1 + 2K_2 + K_3}{4} \quad (3)$$

ここで、 $K_t$ : 総合耐久本数、 $K_1$ : アンモニア耐久本数、 $K_2$ : アセトアルデヒド耐久本数、 $K_3$ : 酢酸耐久本数とする。

なお、1 日のタバコの試験方数は、50 本以下とし、(3)式で求めた  $K_t$  から、次式で実用耐久本数  $M$  を求める。

$$M = 40 \times K_t \quad (4)$$

## 3. 結果と考察

### 3.1 イオン発生の有無とアンモニア除去率との関係

空気清浄機にタバコ煙による汚染負荷を与え、イオン発

生有無の違いを検証した。図3に示すように、イオン発生(有)の運転モードでは、イオン発生(無)の運転モードと比較して、アンモニア除去率が向上した。例えば、約250本値におけるイオン発生(有)の除去率は67.9%、イオン発生(無)では33.3%を示し、イオン発生によりアンモニア除去率が増大した。

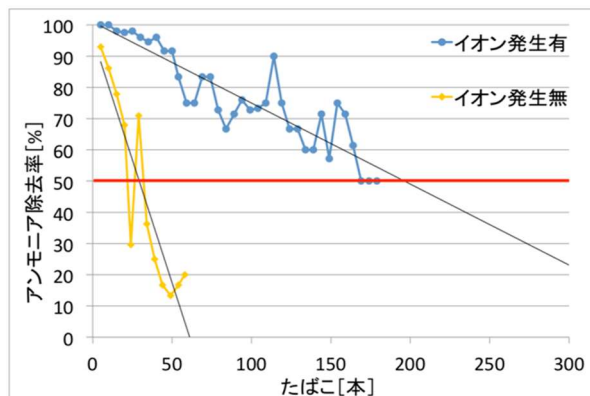


図3 空気清浄機運転に伴うアンモニア除去率の経時変化

### 3. 2 イオン発生の有無とアセトアルデヒド除去率との関係

アンモニアと同様に、空気清浄機にタバコ煙による汚染負荷を与え、イオン発生有無の違いを検証した。図4に示すように、イオン発生の有無の運転モードによる違いが、アセトアルデヒド除去率に与える影響は小さい。例えば、約250本値でイオン発生有の除去率は28.6%を示し、イオン発生無では、20.0%を示し、いずれも小さな除去率で両者に大きな違いはない。

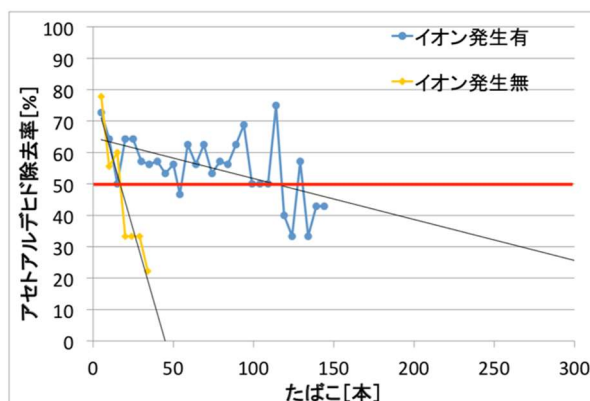


図4 空気清浄機運転に伴うアセトアルデヒド除去率の経時変化

### 3. 4 耐久本数

表2では汚染物質毎の耐久本数を示している。アンモニアではイオン発生(有):164本とイオン発生(無):29本を示し、アセトアルデヒドではそれぞれ、129本、15本、酢酸ではそれぞれ344本と246本となった。

結果として、イオン発生によりアンモニアでは135本、アセトアルデヒドでは114本、酢酸では98本分の耐久性能が向上した。アンモニア、酢酸、アセトアルデヒドを対象とした実用耐久本数は、イオン発生により約60%増大

した。

表2 汚染物質毎の耐久本数

	イオン発生(有)	イオン発生(無)
アンモニア	164(本)	29(本)
アセトアルデヒド	129(本)	15(本)
酢酸	344(本)	246(本)
総合耐久本数	192(本)	76(本)
実用耐久本数	7680(本)	3040(本)

また、既往研究<sup>5)</sup>では、本研究と同一の試験方法により、別機種における併用方式の空気清浄機の耐久性を明らかにしており、イオン発生(有)とイオン発生(無)の運転モードでは、アンモニアの耐久本数がそれぞれ299本と242本となった。同様に酢酸ではそれぞれ354本と247本となり、イオン発生によりアンモニアは57本、酢酸では107本分の耐久性能が向上した。ただし、アセトアルデヒドの耐久本数は、それぞれ15本と20本となり、イオン発生の耐久本数への影響は見られなかった。

アンモニア、酢酸、アセトアルデヒドを対象とした実用耐久本数は、(アセトアルデヒドには効果が見られなかったものの)、イオン発生により約20%増大した。

本研究と比較して、イオン発生による各耐久本数に差異が生じた。これは、各機種のイオン放出方法の違いと考えられる。本研究の機種は、機器設置フィルタにイオン放出するのに対して、既往研究<sup>5)</sup>の機種では、気中にイオン放出する方式を採用している。

上記から、機器設置フィルタにイオン放出する方式を採用した機種は、室内にイオン放出する方式を採用して機種と比較して、実用耐久本数に差異が生じたものと推察される。

### 4. まとめ

空気清浄機にタバコ煙による汚染負荷を与え、イオン発生の運転モードが各種汚染物質の耐久性能に与える影響を検証した。イオン発生(有)とイオン発生(無)の運転モードでは、アンモニアではイオン発生(有):164本とイオン発生(無):29本を示し、アセトアルデヒドではそれぞれ、129本、15本、酢酸ではそれぞれ344本と246本となった。

イオン発生によりアンモニアでは135本、アセトアルデヒドでは114本、酢酸では98本分の耐久性能が向上した。また、アンモニア、酢酸、アセトアルデヒドを対象とした実用耐久本数は、イオン発生により約60%増大した。

### 引用文献

- 1)株式会社三菱総合研究所、平成27年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(機械器具等の省エネルギー対策の検討に係る調査)報告書、2016年2月
- 2)平成26年全国消費実態調査、総務省統計局、平成27年7月
- 3)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(第13巻第1号)、pp.31~38、2010年6月
- 4)JEM-1467 家庭用空気清浄機:日本電気工業規格、1995年
- 5)一條佑介、野崎淳夫ほか: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(中国)、pp.689-670、2017年8月