

## 短 報

## 消臭剤による室内ガス状物質濃度の低減性に関する研究（その1）

— 雰囲気対応型消臭剤における試験評価法の提案とその臭気物質除去性能 —

野 崎 淳 夫 吉 川 彩

東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科

## Studies on the decay characteristics of gaseous pollutant concentrations by using air fresheners (Part 1)

— the suggestion on the evaluation testing methods of gaseous pollutant and odorant removal performance on air fresheners —

Atsuo Nozaki Aya Kikkawa

Graduate School of Health and Environmental Sciences,  
Tohoku Bunka Gakuen University

## 要約

近年、室内臭気汚染への関心が高まっており、多種多様な対策製品が開発されている。中でも消臭剤は、比較的安価な対策製品として数多く市販されている。

筆者らは消臭剤を噴霧型と置き型とに大別している。さらに本研究で、筆者らは噴霧式消臭剤を1) 室内空气中に噴霧し、室内ガス状物質濃度を低減させる製品、および2) ガス状物質発生源に噴霧し、発生量を低減させる製品に大別し、前者を雰囲気対応型製品、後者を発生源対応型製品と定義する。

現状の問題点は、室内環境の改善を意図した除去性能試験評価法が確立されていないこと、それにより製品性能の実態が不明であること、そして製品の相互比較が困難であることである。

そこで、本研究では雰囲気対応型製品におけるガス状物質除去性能の試験評価法と実環境に対応した除去性能指標を提案し、同試験評価法の再現性を検討すると共に、製品（1検体）の臭気物質（アンモニア）除去性能を試験的に明らかにすることを目的としている。

市販消臭剤（1製品）のアンモニア除去性能を大型試験室で試験した結果、その除去性能はとても小さい。

（臨床環境19：46～53, 2010）

《キーワード》消臭剤、臭気物質、相当換気量、アンモニア

受付：平成20年11月19日 採用：平成22年3月17日

別刷請求宛先：野崎淳夫

〒981-8551 仙台市青葉区国見6-45-1 東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科

Received: November 19, 2008 Accepted: March 17, 2010

Reprint Requests to Atsuo Nozaki, Graduate School of Health and Environmental Sciences, Tohoku Bunka Gakuen University, 6-45-1 Kunimi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-8551, Japan

## Abstract

Nowadays, a variety user-friendly countermeasure products for indoor air pollution are sold on the market.

We classified the air fresheners as spray-type or install-type. The authors divided the spray-type fresheners in two categories; “products for the atmosphere” - which intend to reduce the indoor odor concentration and “products for the emission source” - which intend to decrease emission rates.

The major problem is that an evaluation method of gaseous pollutant removal performance has not been established, and the actual performance of air-fresheners is unclear. Furthermore, mutual comparisons of product is too difficult.

The present study proposes useful evaluation methods of gaseous pollutant removal performance for spray-type room air fresheners (products for the atmosphere). This research also aimed at clarifying reorducibility in the proposed evaluation method on the removal performance of indoor air pollutant air fresheners. The odor removal performance of product for the atmosphere was also determined using the same method.

The results showed that room air fresheners could remove odors, but their performance was very low.

(Jpn J Clin Ecol 19 : 46~53, 2010)

---

《Key words》 air freshener, odorant, clean air delivery rate (CADR), ammonia

---

## I. 緒言

### 1. 研究背景

近年、室内臭気汚染への関心が高まっており、多種多様な対策製品が開発されている。中でも消臭剤は、比較的安価な対策製品として数多く市販されている。

ところで、筆者らは消臭剤を噴霧型と置き型とに大別している。本研究においては、さらに噴霧式消臭剤を1) 汚染発生源に噴霧し、汚染発生量を低減させる製品、および2) 室内空气中に噴霧し、室内濃度を低減させる製品に分類し、前者を発生源対応型製品、後者を雰囲気対応型製品と定義する。

発生源対応型製品は、発生源からガス状物質が拡散する前に「元から断つ」ことによる使用を想定しており、その発生源発生量の低減メカニズムも明確である場合もある。

ところが、雰囲気対応型製品については、ガス状汚染物質が発生源から広範囲に拡散した場合を想定しており、その室内濃度の低減メカニズムも不明な点が多い。

すなわち、雰囲気対応型製品のガス状物質除去

性能は不明であり、その実態把握が急務の課題である。

### 2. 既往研究

室内臭気汚染は古くからの問題であり、対処法や測定法に関わる研究がいくつか成されている。例えば、松井らは、一般住宅を対象としたアンケート調査を行い、芳香剤または消臭剤を常にトイレで使用する家庭の割合が高い実態(約75%)を報告している<sup>1)</sup>。また、岩崎は臭気物質の測定方法として、1) 精密測定機器による「成分濃度表示法」、2) ヒトの嗅覚による「嗅覚測定法」、さらに3) 連続・簡易測定機器による「ニオイセンサ法」を示し、脱臭対策技術の選定においては成分濃度表示法、悪臭の苦情対応においては嗅覚測定法、臭気の連続測定においてはニオイセンサ法が適しているとしている<sup>2)</sup>。

更に、消臭剤の試験評価法と製品性能の検討も一部行われている。2000年に国民生活センター<sup>3)</sup>は、芳香消臭脱臭剤協議会のエアゾール消臭剤効力試験例<sup>4)</sup>に基づき、エアゾールタイプの消臭剤(11社15製品)の臭気物質除去性能をバッグ法試験により明らかにしており、その結果、1製品を

除き、アンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素のうち1つのバッグ内濃度は、6割以上低減した結果を報告している。ただし、同試験評価法の結果からは、実空間における製品使用の効果は予測できないとしている。

既往研究の問題点は、室内環境の改善を意図した試験評価法、除去性能指標が明らかにされていないこと、それにより製品性能の実態が不明であることにある。

### 3. 研究目的

本研究では、雰囲気対応型製品の実環境に対応したガス状物質除去性能評価指標を示し、同指標を用いた試験評価法を提案し、製品の臭気物質除去性能を試験的に明らかにすることを目的としている。

## II. 試験評価法の検討と提案

### 1. 検討内容

バッグ法試験は特殊技術を必要とせず、簡便に行え、かつ高価な試験装置を必要としないため、試験コストが抑制できる。また、消臭芳香脱臭剤協議会の効力試験法にも示されているように、本試験評価法は製品性能を相対的に求める場合に適しており、製品性能の相互比較が行える。

しかし、試験時の環境条件において、実空間を再現できない欠点がある。そのため、本試験値を用いて実空間での効果を予測することは難しい。

すなわち、バッグ法試験の試験条件は実空間の使用と比較して、「消臭剤の噴霧量」「環境条件」が異なる。

そこで、バッグ法試験と実空間の「消臭剤の噴霧量」「環境条件」の違いについて、以下のように検討し、より実用的な試験評価法に反映させる。

#### 1) 消臭剤の噴霧量

筆者らは消臭剤の噴霧量と使用空間の気積 ( $R$  [ $m^3$ ]) の比、すなわち単位体積あたりの噴霧量は、消臭剤の除去性能に関係すると考えている。ここで、噴霧量 (Supplying factor;  $SF$  [ $g$ ])、使用空間の気積 ( $R$  [ $m^3$ ])、および単位体積あたりの噴霧量 (Loading factor;  $LF$  [ $g/m^3$ ]) とすると、これらには次式(1)の関係がある。

$$LF[g/m^3] = \frac{SF[g]}{R[m^3]} \dots\dots\dots(1)$$

消臭剤の  $LF$  [ $g/m^3$ ] は、室内に分子拡散する臭気物質と消臭剤との衝突の効率に関係する。

筆者らの測定によると、実空間における消臭剤の  $LF$  [ $g/m^3$ ] は、0.80~1.61 [ $g/m^3$ ] 程度であったがバッグ法試験では90~450 [ $g/m^3$ ] であった。バッグ法試験では実空間の  $LF$  値の55.9~563倍の値であり、明らかに大きい<sup>5)</sup>。

また、バッグ法試験においては、バッグ内に拡散ファンが運転されており、気流速度が実空間に比べて非常に大きいため、バッグ内では臭気物質と消臭剤ミストが効率よく衝突する可能性がある。

### 2) 環境条件

温度、相対湿度、気流速度、換気回数等の環境条件は、消臭剤の除去性能に影響を及ぼすと考えられるため、制御する必要がある。ただし、バッグ法試験における環境条件の制御は困難であり、国民生活センターによる試験時条件も不明である<sup>3)</sup>。

### 2. 提案内容

実空間における対策製品の性能を求める試験評価法としては、例えば空気清浄機ではチャンバー法試験が用いられている。チャンバー法試験はバッグ法試験と比較して、高度な技術とスキルが要求され、試験コストの抑制は難しい。ただし、チャンバー法試験では実空間における環境条件を忠実に再現でき、実空間における製品性能を求めることができるため、消臭剤使用室の臭気物質濃度予測が行えるメリットがある。

ところで、チャンバー法試験は、汚染物質を定常的に発生させる「定常発生法除去性能試験<sup>6,7)</sup>」と汚染物質を一時的に発生させる「減衰法除去性能試験<sup>8~10)</sup>」の2種類があるが、雰囲気対応型製品では一時的な発生の対策を想定しているため、減衰法除去性能試験が適している。

そこで本研究では、雰囲気対応型消臭剤のガス状物質除去性能を求めるため、濃度減衰法除去性能試験を用いた新たな試験評価法を提案する。以下、1)~5) に提案内容を示す。

### 1) 試験対象物質

新たな試験法では、臭気物質(アンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素など)と化学物質(アルデヒド類、揮発性有機化合物など)を試験対象物質とする。

### 2) 試験装置

雰囲気対応型製品の試験評価は、実環境を再現するために大型チャンバーを用いる。すなわち、本試験はガス状物質を一時的に供給させた大型チャンバー内で消臭剤を噴霧し、同チャンバー内のガス状物質濃度の変化を測定することにより性能評価を行うものである。

### 3) 消臭剤の噴霧量

試験評価を適切に行うには、消臭剤の噴霧量を統一する必要がある。新たな試験法では、単位体積あたりの噴霧量を、実際の使用量を想定したある一定量(例えば、 $0.1[\text{g}/\text{m}^3]$ )とする。

### 4) 環境条件

試験評価を適切に行う際には、ある一定の環境条件(温度、相対湿度、換気回数、気流速度、空気清浄度)が要求される。新たな試験法では、大型チャンバー内の環境条件として、温度: $23\sim 28$  [°C]、相対湿度: $50\pm 1$  [%]、換気回数: $0.01\sim 0.5$  [1/h]、気流速度: $0.2\sim 0.3$  [m/s]とする。

この環境条件は、一般の室内環境条件を幅広く再現するもので、例えば「トレイ空間」「換気経

路がない押入れなどの狭小空間」「夏季に開口部を閉鎖し、エアコンを運転するリビング」などを再現できる。

### 5) 試験手順

新たな試験法では、以下の手順により、試験を行う。

- (1) 大型チャンバーを洗浄し、チャンバー内をある一定の環境条件に制御する。
- (2) ガス状物質をある一定量、チャンバー内へ供給し、チャンバー内空気が一様拡散状態となるよう拡散ファンを運転する。
- (3) 消臭剤噴霧前のチャンバー内空気を、一定の間隔で捕集する。
- (4) 消臭剤をチャンバーに噴霧し、一定の間隔でチャンバー内空気を捕集する。
- (5) 精密分析により試料空気の定性・定量を行う。

### 6) 除去性能評価法

- (1) 消臭剤噴霧に伴うチャンバー内ガス状物質濃度の低減性

消臭剤を噴霧する以前のガス状物質濃度は、換気量、沈降量、気層反応量、チャンバー表面への吸着量等により低減する。一般室内では、これらのパラメータの中で換気量が、濃度低減性に大きな影響力を持つ。もし、消臭剤に対象物質の除去性能があれば、噴霧後の室内濃度の低減勾配は噴霧前よりも大きくなる。消臭剤噴霧に伴うチャン

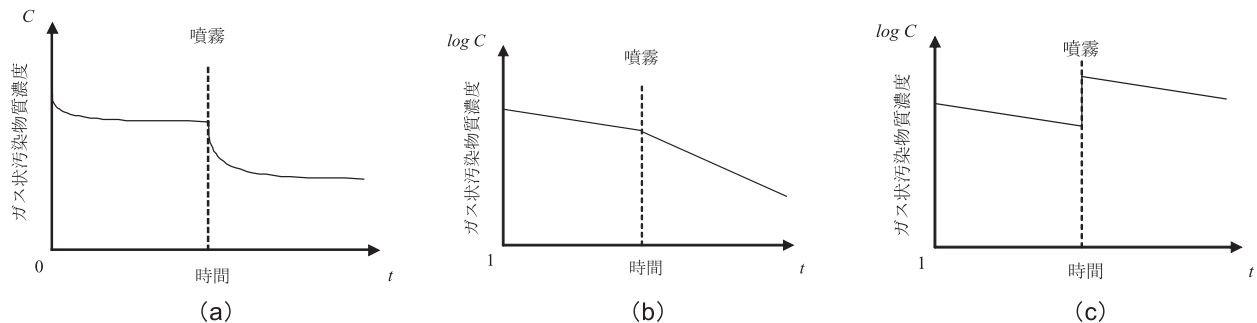


Fig. 1 Concentration pattern of gaseous pollutant with use of air freshener

Fig.1(a)に示すように、各パラメータが定数の場合、チャンバー内濃度は指数関数的な低減性を示すが、縦軸を対数濃度とすると、Fig.1(b)に示すように、室内濃度は経時に伴い直線的に低減する。

Fig.1(b)において、消臭剤噴霧後に直線の低減勾配は、噴霧前の低減勾配よりも大きい。この場合、消臭剤はある一定の除去性能を有しており、その低減勾配が大きい程、消臭剤の除去性能も大きいことを意味する。

逆に、Fig.1(c)のように消臭剤噴霧後に直線のy切片が増大する場合には、消臭剤が除去対象のガス状物質を含んでいることを意味する。

バー内ガス状物質濃度の経時変化パターンを Fig. 1 に示す。

(2) 消臭剤のガス状物質除去性能

雰囲気対応型製品におけるガス状物質除去性能は、室の換気回数又は換気量に匹敵する「相当換気回数」 $N$  [1/h]、あるいは「相当換気量」 $Q_{eq}$  [ $m^3/h$ ] で表すことができる<sup>1)</sup>。相当換気回数と相当換気量の算出式を Fig. 2 に示す。

Ⅲ. 消臭剤における臭気物質除去性能

本研究では新たな試験評価法により、同様の試

験を 3 回行った。

1. 試験対象物質

国民生活センターの試験<sup>3)</sup>では、アンモニア、メチルメルカプタンと硫化水素を試験対象としたが、本研究においては、トイレにおける主要な臭気物質としてアンモニアを取り上げた。

芳香消臭脱臭剤協議会の嗅覚測定法を用いた試験において<sup>4)</sup>、アンモニアの初期濃度は「臭気強度 2~3」と設定されている。この感覚量(臭気強度)は Weber-Fechner の法則により物質量(臭気物質の体積・重量濃度)に換算することが

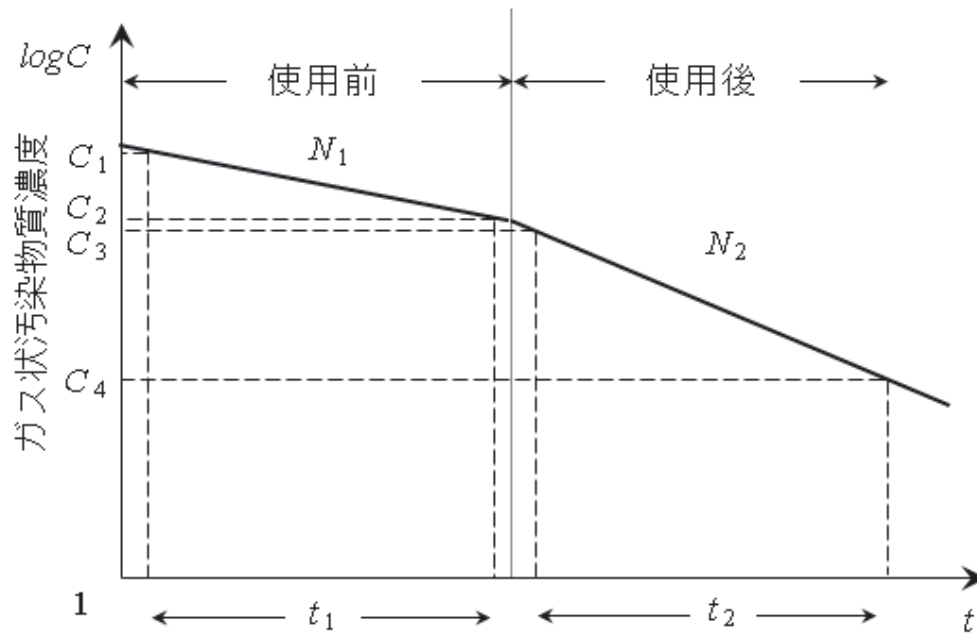


Fig. 2 The model of the concentration change in the chamber

相当換気回数は消臭剤噴霧前後における対象ガス状物質濃度の低減性から、次式(2)~(4)にて求めることができ、また相当換気量  $Q_{eq}$  [ $m^3/h$ ] は次式(5)にて、相当換気回数  $N$  [1/h] とチャンバー気積  $R$  [ $m^3$ ] の積により算出できる。これらの指標を使用することにより、消臭剤の性能を定量的に求めることができ、また本指標により、消臭剤噴霧後の室内ガス状物質濃度の予測が実現する。

$$N_1 = 2.303 \times \frac{1}{t_1} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \dots\dots(2)$$

$$N_2 = 2.303 \times \frac{1}{t_2} \times \log \left\{ \frac{(C_3 - C_0)}{(C_4 - C_0)} \right\} \dots\dots(3)$$

$$N = N_2 - N_1 \dots\dots(4)$$

$$Q_{eq} = NR \dots\dots(5)$$

ここで、 $N$  : 相当換気回数[1/h]、 $R$  : チャンバー気積 [ $m^3$ ]、 $N_1$  : 製品噴霧前のチャンバー内相当換気回数 [1/h]、 $N_2$  : 製品噴霧後のチャンバー内相当換気回数[1/h]、 $t_1$  : 製品噴霧前の測定時間[h]、 $t_2$  : 製品噴霧後の測定時間[h]、 $C_1$  : 製品噴霧前の測定開始時における対象ガス状物質濃度 [ $\mu g/m^3$ ]、 $C_2$  : 製品噴霧前の測定開始から  $t_1$  [h] 後の対象ガス状物質濃度 [ $\mu g/m^3$ ]、 $C_3$  : 製品噴霧後の測定開始時における対象ガス状物質濃度 [ $\mu g/m^3$ ]、 $C_4$  : 製品噴霧後の測定開始から  $t_2$  [h] 後の対象ガス状物質濃度 [ $\mu g/m^3$ ]、 $C_0$  : チャンバー供給空気中の対象ガス状物質濃度 [ $\mu g/m^3$ ] とする。



できる。すなわち、アンモニアの臭気強度2～3は、2～10[ppm] (1.40～7.01[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ], 23[ $^{\circ}\text{C}$ ])に相当し、その範囲になるよう初期濃度を設定した。

## 2. 試験装置

本試験は環境制御型の大型チェンバー(気積: 4.98[ $\text{m}^3$ ])を用いて行った。Fig. 3に示すように、大型チェンバー内は、ある一定の環境条件に制御され、常時清浄空気を供給した。

## 3. 捕集・分析方法

- ・液相捕集-イオンクロマトグラフ法(IC法)
- ・捕集量

試料空気は1.25[ $\text{l}/\text{min.}$ ]の流量で6分間、捕集した。

## 4. 消臭剤の概要

本試験では、一般量販店で市販されている消臭剤(1検体)を測定対象とした。本消臭剤の成分は、製品の記載内容によれば、植物抽出物、香料、除菌剤、非イオン界面活性剤、エタノールである。消臭剤の噴霧量は噴霧前後の重量差から求め、第1～3回目の試験で、それぞれ4.27、5.37、6.32[g]であった。これにより、 $LF$ は0.86、1.08、1.27[ $\text{g}/\text{m}^3$ ]と算出された。

## 5. 結果と考察

### 1) 消臭剤噴霧に伴うチェンバー内臭気物質濃度の低減性

第1～3回目における消臭剤噴霧に伴うチェンバー内アンモニア濃度の経時変化を、それぞれFig. 4(a)～(c)に示す。

すなわち、チェンバー内アンモニア濃度は、第1回目の試験において、消臭剤噴霧前で3.44[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～3.25[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]であるが、噴霧後で2.97[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～2.41[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]に低減した。第2回目の試験においては、消臭剤噴霧前で3.58[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～3.44[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]、噴霧後で3.23[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～2.18[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]になった。また、第3回目の試験においては、消臭剤噴霧前で3.48[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～3.47[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]であったが、噴霧後では3.21[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]～2.69[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]になった。全試験において、消臭剤噴霧後の時間経過に伴うチェンバー内アンモニア濃度の低減勾配は、噴霧前に比べて多少大きい結果が示された。

### 2) 消臭剤の臭気物質除去性能

Table 1に示すように、実験により得られた濃度実測値から、消臭剤のアンモニア除去性能(相当換気回数 $N$ 、相当換気量 $Q_{\text{eq}}$ )を求めた。

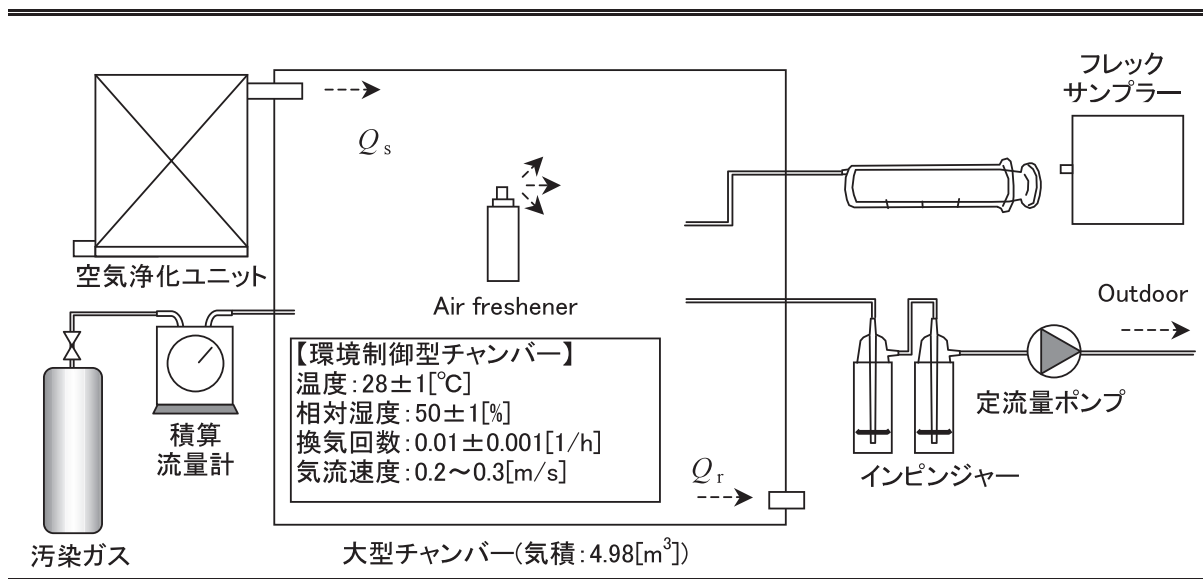
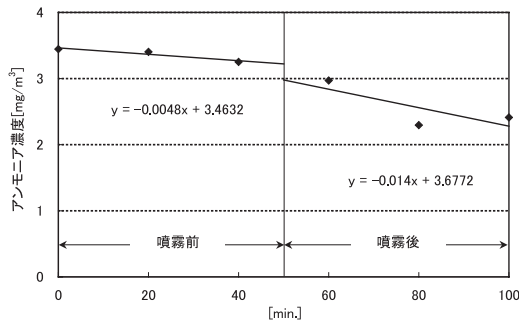
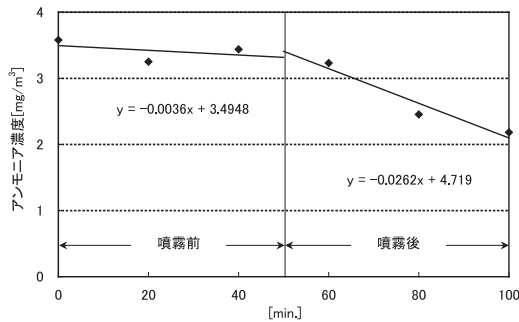


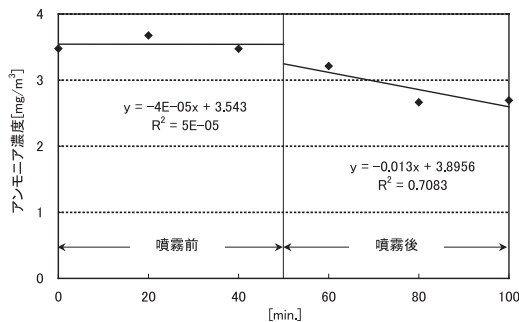
Fig. 3 Outline of experimental system



(a) 1st



(b) 2nd



(c) 3rd

**Fig. 4 Concentration pattern of ammonia with use of air freshener**

試験対象消臭剤の相当換気回数、相当換気量は、それぞれ0.004~0.01 [1/h]、0.02~0.05 [m<sup>3</sup>/h]の範囲にあり、とても小さかった。また、試験のバラツキを示す標準偏差は、相当換気回数、相当換気量においてそれぞれ0.003 [1/h]、0.017 [m<sup>3</sup>/h]と小さく、再現性のある試験が行われた。

**Table 1 Removal performance of ammonia on air freshener**

|                                       | 1st   | 2nd  | 3rd   |
|---------------------------------------|-------|------|-------|
| 相当換気回数<br>$N$ [1/h]                   | 0.004 | 0.01 | 0.004 |
| 相当換気量<br>$Q_{eq}$ [m <sup>3</sup> /h] | 0.02  | 0.05 | 0.02  |

#### IV. まとめ

本研究では以下の知見を得ることができた。

1. 雰囲気対応型製品について、環境対応型の実用的な試験評価法を提案した。
2. チャンバー法試験により、実空間に対応した製品性能を求めることができる。雰囲気対応型における製品性能は、相当換気回数 [1/h] あるいは相当換気量 [m<sup>3</sup>/h] で表すことができる。この指標の採用により、製品使用に伴う室内臭気物質濃度の低減性を建物の換気との関係から、定量的に知ることができる。
3. 新たな試験法により、試験を行った。今回試験を行った雰囲気対応型消臭剤は1検体であったが、臭気物質のアンモニアに対して、ある一定の室内濃度低減性は認められた。ただし、製品における臭気物質除去性能指標の相当換気回数と相当換気量はとても小さかった。
4. 新たな試験法の再現性を検証するため、雰囲気対応型製品のガス状汚染物質除去性能試験を3回行った。試験の結果、消臭剤のアンモニア除去性能の標準偏差は小さく、再現性のある結果が示された。

#### V. 今後の課題

以下の事項が今後の課題である。

1. さらなる消臭剤の臭気物質除去性能の実態解明。
2. 嗅覚測定法と成分濃度表示法により求められる製品性能の比較検討。
3. 他の汚染物質（例えば、有害化学物質）除去性能の解明。
4. 発生源対応型製品の試験評価手法の提案。

## 謝辞

本研究は、特定非営利活動法人 室内環境技術研究会の活動の一環として行われた。関係各位に深甚なる謝意を表す。

## 文献

- 1) 松井静子、榑崎正也、他：住宅内の臭気環境及び居住者の臭気に対する意識の実態. 日本建築学会計画系論文報告集 452：19-25、1993
- 2) 岩崎好陽：臭気の測定. 空気調和・衛生工学 71 9：19-23、1997
- 3) 国民生活センター：スプレータイプの消臭剤の商品テスト結果. [http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20010606\\_1.pdf](http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20010606_1.pdf)、2001
- 4) 芳香消臭脱臭剤協議会：消臭剤効力試験方法(化学的消臭). [http://www.houkou.gr.jp/criterion/pdf/effect\\_03.pdf](http://www.houkou.gr.jp/criterion/pdf/effect_03.pdf)、2006
- 5) 野崎淳夫、吉川彩：消臭剤の臭気物質除去性能の解明に関する研究(その2). 空気調和・衛生工学会大会講演論文集：2087-2090、2009
- 6) AIJES-A001-2005：ホルムアルデヒドによる室内空気汚染に関する設計・施工等規準・同解説、日本建築学会：43-47、2005
- 7) 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13：31-38、2010
- 8) 国土交通省国土技術政策研究所：家庭用空気清浄機の評価試験方法、総合技術開発プロジェクト「シックハウス対策技術の開発」報告書 1：62、2004
- 9) 野崎淳夫、清澤裕美、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 576：37-42、2004
- 10) 野崎淳夫、工藤彰訓、他：家庭用空気清浄機のVOC除去性能の実態解明 家庭用空気清浄機のガス状汚染物質除去特性に関する研究(その2). 日本建築学会環境系論文集 599：67-72、2006
- 11) 野崎淳夫、飯倉一雄、他：家庭用空気清浄機のガス状物質除去特性に関する研究(その1)ホルムアルデヒドに対する除去効果. 日本建築学会計画系論文集 554：35-40、2002