

# 次亜塩素酸水噴霧による悪臭物質の消・脱臭効果に関する研究

## その2 主観評価による臭気強度・不快度の低減効果の把握

### Deodorizing Effect of Offensive Odor Concentration by Spraying Hypochlorous Solution -Part2 Sensory Evaluation on Effect of Decreasing Odor Intensity and Unpleasantness-

○九野 朱美 (大阪大学)      相良 和伸 (大阪大学)      山中 俊夫 (大阪大学)  
 甲谷 寿史 (大阪大学)      桃井 良尚 (大阪大学)      古芝 由希子 (大阪大学)  
 三浦 満雄 (日建設計)      粕谷 浩司 (日建設計)      田辺 慎吾 (日建設計)  
    辻 裕次 (清水建設)

Akemi KUNO\*<sup>1</sup> Kazunobu SAGARA\*<sup>1</sup> Toshio YAMANAKA\*<sup>1</sup> Hisashi KOTANI\*<sup>1</sup> Yoshihisa MOMOI\*<sup>1</sup>  
 Yukiko FURUSHIBA\*<sup>1</sup> Mitsuo MIURA\*<sup>2</sup> Koji KASUYA\*<sup>2</sup> Shingo TANABE\*<sup>2</sup> Yuji TSUJI\*<sup>3</sup>  
 \*<sup>1</sup> Osaka University \*<sup>2</sup> Nikken Sekkei Ltd. \*<sup>3</sup> Shimizu Corporation

The purpose of this study is to clarify quantitatively the deodorizing effect of acid hypochlorous solution (HClO). Experiments are conducted to comprehend the deodorizing effect of HClO on methylmercaptan by concentration measurement and sensory evaluations. Previous paper showed the experimental result of concentration measurement and theory approach of deodorizing effect. This paper shows the result of sensory evaluations under high and low concentration of methylmercaptan.

#### 1. はじめに

本研究は次亜塩素酸水を空間に噴霧した場合の消・脱臭性能を定量的に把握することを目的としている。前報では排泄物臭に含まれるメチルメルカプタン<sup>1)</sup>を対象臭気とし、次亜塩素酸水を噴霧した場合の濃度減少から相当換気量を算出した結果と、定量的な消・脱臭効果の把握を目的として数値計算による濃度減衰予測の結果について報告した。本報では、前報の実験と並行して行った主観評価実験(高濃度実験)と、低濃度のメチルメルカプタンに対して行った主観評価実験(低濃度実験)について報告する。

#### 2. 高濃度実験

##### 2.1 実験概要

実験は2008年11月10日、11日、13日に建築系の学生15名に対して行い、報酬は付与しなかった。実験日時及び手順をTable 1に示す。臭気作成方法及び実験条件は前報に記載する。パネルには条件等は一切告知していない。臭気強度、快・不快の評価には大迫<sup>2)</sup>により等間隔性が高いとされているFigure 1に示す言語評定尺度を用い、評定言語の交点位置に限らず、直線上の任意の場所への記入を可とした。なお、Table 1のa、b、mはそれぞれ噴霧前臭気(before)、噴霧後臭気(after)、作成臭気(making)を表す。本報では次亜塩素酸水噴霧前後

Table 1 Experimental condition(under high concentration)

Date	Number of panels		First	Second	Third
2008 Nov. 10	15 (male:7 female:8)	Case No.	Case8	Case5	Case1
		Presentation order*	b→a→m	a→m→b	a→b→m
2008 Nov. 11	15 (male:7 female:8)	Case No.	Case6	Case2	Case4
		Presentation order*	b→m→a	m→b→a	a→b→m
2008 Nov. 13	15 (male:7 female:8)	Case No.	Case3	Case9	Case7
		Presentation order*	b→m→a	a→m→b	b→m→a

\* : a = after , b = before, m = making odor

#### Intensity

無臭      弱いにおい      案に感知できるにおい      若干強いにおい      強いにおい      強烈なにおい

#### Acceptability

このにおいがする室内に長時間在室しているとき  
 このにおいを受け入れられますか?  
 (受け入れられる・受け入れられない)

#### Hedonics

極端に快      かなり快      快      やや快      快でも不快でもない      やや不快      不快      かなり不快      極端に不快

Figure 1 Sensory evaluation scale

における臭気の差異の検討結果のみを報告するため、実験結果に作成臭気の評価は用いない。

## 2.2 実験結果と考察

次亜塩素酸水濃度と噴霧前後の臭気に対する評価の差との関係を Figure 2 に示す。においの強さは「無臭」を1、「強烈なにおい」を6として6段階、快・不快は「極端に快」を1、「極端に不快」を9として9段階で評価を数値化した。Figure 2 の縦軸の値は [噴霧後] - [噴霧前] であり、0 は変化なし、数値が負で絶対値が大きいほどにおいの強さは低下し、快・不快は快側に变化した事を意味する。線グラフで平均値、標準偏差を表す。

### (i) においの強さ (Intensity)

メチルメルカプタン濃度が 50ppb、100ppb の場合、次亜塩素酸水 50ppm では噴霧後ににおいの強さが増加し、次亜塩素酸水濃度が高くなると低下しているように見られる。メチルメルカプタン濃度が 200ppb の場合では、次亜塩素酸水の濃度に関わらずにおいの強さは噴霧前後でほとんど変化していないように見られる。

においの強さについて各条件における噴霧前後における評価の差異の検定を行ったところ、Case1 では有意水準 5% で、噴霧後ににおいの強さが有意に強くなっていることが示された。次亜塩素酸水 150ppm を噴霧した Case3 では噴霧後ににおいの強さが弱まっており、有意水準 7% で有意差が見られた。

### (ii) においの質 [腐敗臭、塩素臭の強さ (Intensity of septic odor, chlorine odor)]

塩素臭の強さが噴霧後に減少している Case5 以外では腐敗臭の強さは噴霧後に低下またはほとんど変化していない。腐敗臭の強さについて各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、Case2、Case6、Case7 では有意水準 1% で、Case3、Case8 では有意水準 5% で有意差が見られた。塩素臭の強さについては、各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、Case1、Case6、Case7、Case8 では有意水準 1% で、Case2、Case3、Case4、Case9 では有意水準 5% で有意差が見られた。

### (iii) 快・不快 (Hedonics)

においの強さの低下が大きいほど不快は弱まる傾向があるが、Case2 と Case3 では全体的なにおいの強さ及び腐敗臭の強さの低下が同じ程度でありながら、Case3 のほうが快側に变化している。その原因として若干ではあるが塩素臭の強さの増大が Case3 のほうが大きかったため、腐敗臭が塩素臭によってマスキングされ、不快が弱まっている可能性が考えられる。

快・不快について各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、Case6、Case7 では有意水準 1% で、Case3 では有意水準 5% で有意差が見られた。

### (iv) 容認性 (Acceptability)

Figure 3 に噴霧前後の非容認率を表す。横軸は噴霧前後、縦軸は非容認率を表す。噴霧後に腐敗臭の強さが大きく低下している条件では非容認率は低下しているが、においの強さ、腐敗臭の強さが低下せず塩素臭の強さが増した Case1 では非容認率が増加している。また、噴霧後ににおいの強さが増しているかあまり差異がない条件では非容認率は噴霧前後であまり差異はない。

以上より、次亜塩素酸水をメチルメルカプタンに噴霧した場合、顕著な消・脱臭効果は見られないものの、腐敗臭の低減に効果が見られると言える。しかし、各条件における評価の差は小さく、特にメチルメルカプタン 200ppb において差が小さい。評価の差が小さい原因として、実験で使用したメチルメルカプタン濃度が人間の閾値 (0.07ppb) よりはるかに高いことが考えられる。

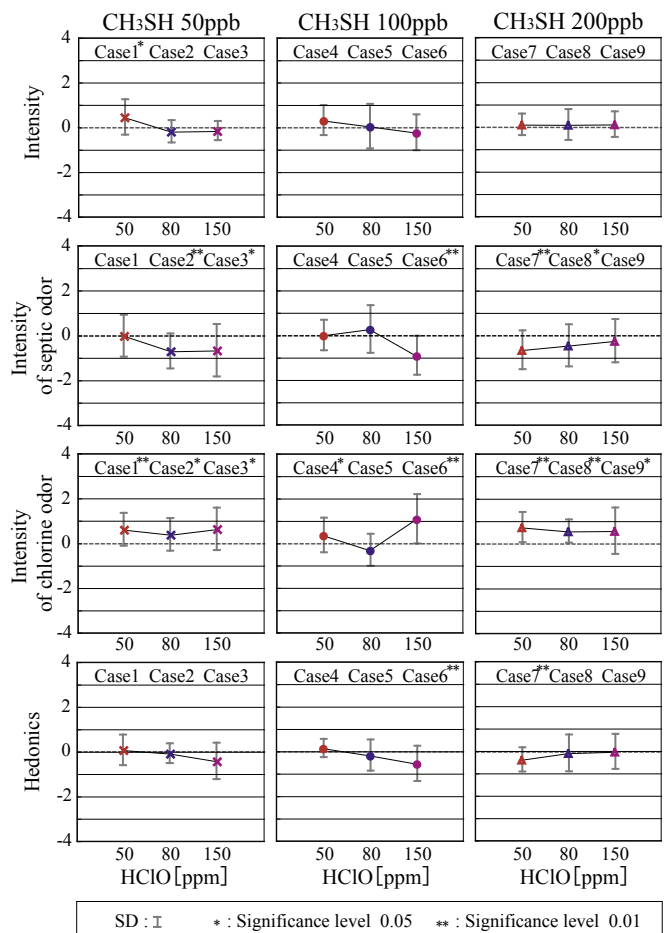


Figure 2 Subtraction of evaluation (under high concentration)

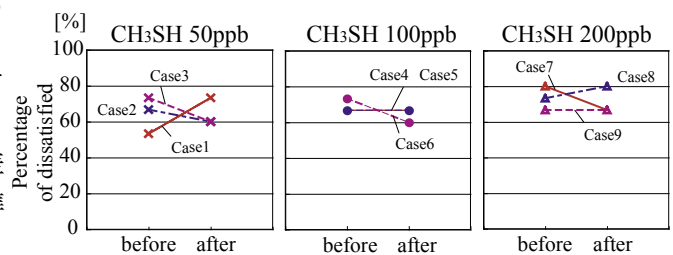


Figure 3 Percentage of dissatisfied (under high concentration)

### 3. 低濃度実験

#### 3.1 実験概要

##### (i) 臭気作成手順

実験は2009年1月5日、8日、15日にFigure 4に示すコンテナの無臭室内で行った(無臭室の詳細については前報にて記載)。対象臭気として排泄物臭に含まれるメチルメルカプタン  $\text{CH}_3\text{SH}$  を用い、濃度は実空間で発現しうる  $5\text{ppb}^1$  (人間の閾値は  $0.07\text{ppb}$ ) で行った。消・脱臭方法は次亜塩素酸水噴霧  $50\text{ppm}$ 、蒸留水噴霧、換気の3条件である。

臭気作成方法として、無臭室内のメチルメルカプタン濃度を  $5\text{ppb}$  にするために、メチルメルカプタン濃度  $43.8\text{ppm}$  のボンベから採取したメチルメルカプタンガス  $1000\text{ml}$  をコンテナの奥側から、先端が無臭室内の小型扇風機に固定されたテフロンチューブを通して、無臭室内に注射器を用いて注入した。また注入開始と同時に小型扇風機を回し、室内の濃度が均一になるよう攪拌した。無臭室内にメチルメルカプタンが十分拡散したと思われる注入開始10分後、小型扇風機を停止し、フレックスポンプを用いてサンプリングバッグ(ポリエステル  $10\text{L}$ ) に臭気を採取した(以後、この臭気を「噴霧前臭気」と記す)。その後、排気口の

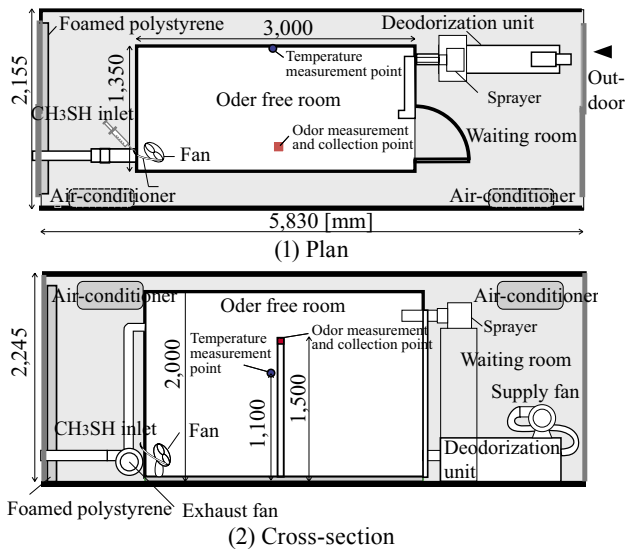


Figure 4 Odor free room

Table 2 Experimental condition (under low concentration)

Case No.	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
Malodorous substance	$\text{CH}_3\text{SH}$ $5\text{ppb}$			$\text{CH}_3\text{SH}$ $5\text{ppb}$			$\text{CH}_3\text{SH}$ $5\text{ppb}$	
Deodorant method	HClO $50\text{ppm}$			Distilled Water			Ventilation	
Date	Number of panels		Case No.					
2009 Jan. 5	12 (male:4 female:8)		Case1-1 Case2-1					
2009 Jan. 8 1st trial	12 (male:4 female:8)		Case2-2 Case3-1					
2009 Jan. 8 2nd trial	12 (male:4 female:8)		Case3-2 Case1-2					
2009 Jan. 15	12 (male:4 female:8)		Case2-3 Case1-3					

ダクト穴を開放し、噴霧器を用いて、無臭室内に消・脱臭剤を10分間噴霧した(合計噴霧量は約  $13\text{ml}$ )。噴霧終了後、無臭室内の濃度が均一になるように小型扇風機で5分間攪拌し、小型扇風機を停止させ、再びフレックスポンプを用いて臭気をサンプリングバッグに採取した(以後、この臭気を「噴霧後臭気」と記す)。

##### (ii) 主観評価実験概要

実験は建築系の学生12名に対して行った。実験条件、日時及び手順をTable 2に示す。パネルには条件等は一切告知していない。言語評定尺度は、高濃度実験と同様である(Figure 1)。提示順による誤差を減らすため、提示順はパネルにより異なる。なお、Case1-2、Case2-2は実験の不備が見られたため、実験結果には用いない。

#### 3.2 結果と考察

噴霧前臭気と噴霧後臭気の評価をFigure 5に示す。縦軸が言語評定尺度、横軸が噴霧前後を表し、線グラフで平均値を表記した。また、標準偏差も併せて示す。なお、言語評定尺度については、高濃度実験と同様に評価を数値化している。

##### (i) においの強さ (Intensity)

次亜塩素酸水を噴霧したCase1-3で噴霧後に最も大きくにおいの強さが低下している。しかし、同条件であるにもかかわらずCase1-1では噴霧前後にほとんど差異は見ら

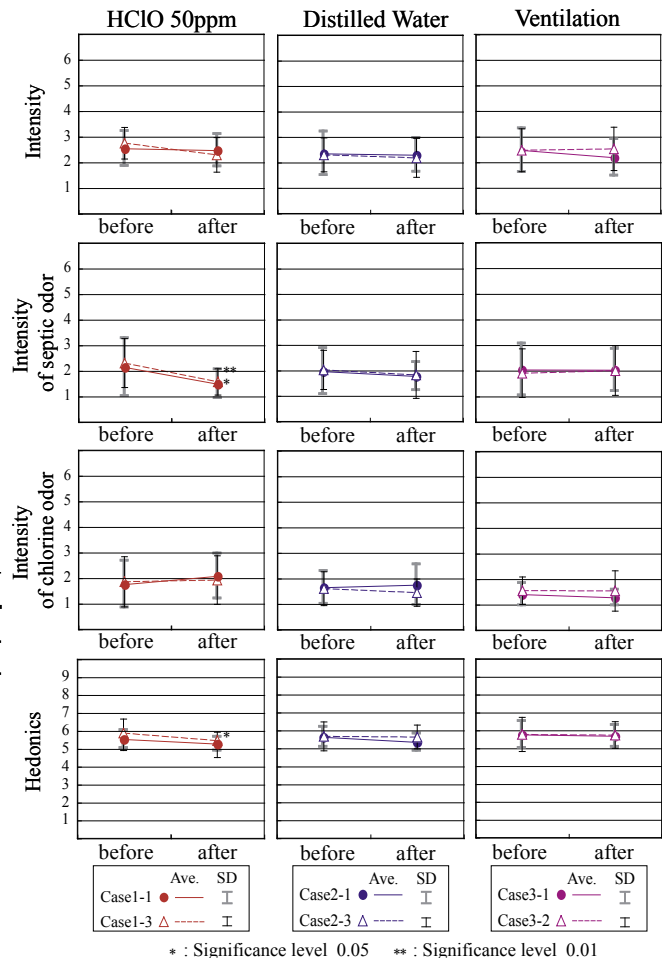


Figure 5 Subtraction of evaluation (under low concentration)

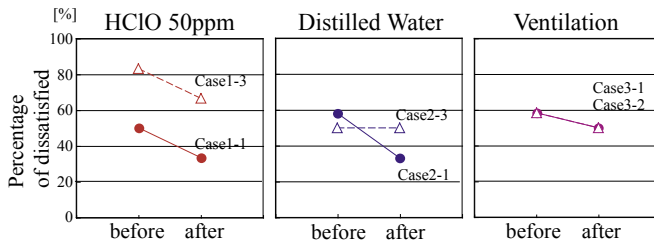


Figure 6 Percentage of dissatisfied (under low concentration) れない。また、蒸留水については Case2-1、2-3 とともに噴霧前後にあまり差異はなく、換気については Case3-1 で若干低下しているように見える。

においの強さについて各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、有意水準 5% では全条件で有意差は見られなかったが、次亜塩素酸水を噴霧した Case1-3 では有意水準は 7% となった。

(ii) 臭気の質 [腐敗臭、塩素臭の強さ (Intensity of septic odor, chlorine odor)]

次亜塩素酸水を噴霧した Case1-1、1-3 で腐敗臭の強さが大きく低下しているように見られる。また、Case1-3 ではほとんど塩素臭の強さは増加していないが、Case1-1 では塩素臭の強さが増加している。このため、Case1-3 ではにおいの強さが低下したが、Case1-1 ではにおいの強さは変化しなかったと考えられる。また、換気や蒸留水を噴霧した Case3-1、3-2 は、噴霧前後で臭気の質はほとんど変化がないように見られる。

各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、腐敗臭の強さについて、次亜塩素酸水を噴霧した Case1-1 では有意水準 5% で有意差が見られ、Case1-3 では有意水準 1% で有意差が見られた。塩素臭の強さについては、全条件で有意差は見られなかった。

(iii) 快・不快 (Hedonics)

次亜塩素酸水を噴霧した Case1-3 で噴霧後に最も快側に変化しているように見られる。換気を行った Case3-1、3-2 では快・不快は噴霧前後で変化せず、蒸留水を噴霧した Case2-1、次亜塩素酸水を噴霧した Case1-1 では若干快側に変化しているように見られる。Case1-1 の変化量が Case1-3 より小さいのは、腐敗臭の強さの低減は Case1-3 と同じ程度であったものの塩素臭の増加が大きかったためと考えられる。そこで、快・不快に影響する因子を把握するため、目的変数を快・不快、説明変数をにおいの強さ、腐敗臭の強さ、塩素臭の強さとして重回帰分析を行った結果 (Table 3)、次亜塩素酸水を噴霧した後の臭気では快・不快は腐敗臭の強さに大きく影響され、今回の結果ではにおいの強さ、塩素臭の強さはほとんど影響しなかった。

快・不快について各条件における噴霧前後の評価の差異の検定を行ったところ、次亜塩素酸水を噴霧した Case1-3 で有意水準 5% で有意差が見られた。

(iv) 容認性 (Acceptability)

Figure 6 に噴霧前後の非容認率を示す。図の見方は Figure 4 に準ずる。次亜塩素酸水を噴霧した Case1-1、1-3 で噴霧後に非容認率は大きく低下している。Case1-3 で噴霧前の非容認率が他の条件と比較して高いのは、においの強さが他の条件より若干ではあるが強かったことが影響していると考えられる。

以上より、次亜塩素酸水の噴霧は腐敗臭を低減し、不快を和らげる効果があると考えられる。しかし、Case1-1 のように次亜塩素酸水の噴霧量が多いと塩素臭が強くなり、快・不快にはそれほど影響は与えないがにおいの強さは強くなってしまふ。また、塩素臭のにおいがこれ以上強くなると、不快に影響することも考えられる。次亜塩素酸水噴霧の消・脱臭効果を有効に生かすために、適切な噴霧量の把握と調節が重要であると考えられる。

4. おわりに

本報では次亜塩素酸水を空間に噴霧した場合の消・脱臭性能を把握するために排泄物臭に含まれるメチルメルカプタンを対象とし、主観評価実験による消・脱臭効果の把握を行った。その結果、高濃度のメチルメルカプタンに対しては、主観評価ではあまり差異が見られなかったが、実際に空間で存在する濃度のメチルメルカプタンに対しては消・脱臭効果が見られた。しかし、次亜塩素酸水の噴霧量が多すぎると、消・脱臭効果より塩素臭の臭いが上回ってしまい、消・脱臭効果が有効に得られない。よって、適切な噴霧量の把握が今後の課題と言える。

Table 3 Multiple linear regression analysis

Case No.	Case1-1		Case1-3		
	before	after	before	after	
multiple correlation coefficient	0.8502	0.8336	0.8680	0.5032	
contributing rate	0.7229	0.6949	0.7534	0.2532	
significance F	0.0128	0.0185	0.0081	0.4806	
	before		after		
	Partial regression coefficient	P-value	Partial regression coefficient	P-value	
Case1-1	Intensity	0.1912	0.5213	0.0248	0.9180
	Intensity of septic odor	0.3170	0.0271	0.5708	0.0100
	Intensity of chlorine odor	-0.0871	0.6199	0.0194	0.9094
	Constant term	4.5186	3.35E-06	4.3172	1.17E-06
Case1-3	Intensity	0.4608	0.1845	0.1443	0.7227
	Intensity of septic odor	0.4597	0.0635	0.4009	0.2167
	Intensity of chlorine odor	-0.0883	0.6106	-0.1003	0.7319
	Constant term	3.7056	0.0005	4.6793	8.64E-05

【謝辞】

実験を行うにあたり、粒子径測定や機材の貸出等を行って頂いた株式会社エイチ・エス・ピーと新コスモス電機株式会社、株式会社島津製作所喜多純一氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 板倉朋世他：医療施設における排泄物臭のにおいの特性に関する研究 - 第1報排泄物の臭気感覚評価と臭気成分分析 -, 第20回におい・かおり環境学会, 2007
- 2) 大迫政浩：嗅感覚のモデル化に基づく環境臭気の評価に関する基礎的研究, 京都大学博士論文, 1991