

建築材料から発生するにおいの主観評価

(その1) 臭気濃度とにおいの強さ、快適性、嗜好性、容認性との関係

正会員 松尾真臣*¹
同 山中俊夫*²
同 甲谷寿史*³
同 富田武志*¹

1 はじめに

我々の生活している空間には常ににおいが存在し、無臭、無香の空間はまずないといっても過言ではない。また嗅覚は他の感覚器官に比べて、より情緒的反応に強く結びついており、においが心理的、生理的に与える影響は小さくないものと言える。居住環境のにおいに対する評価構造の把握は、寺内ら¹⁾によって建材などを対象として検討されており、SD法を用いた官能評価実験の結果から、においの評価構造は「容認性」「嗅質性」「力量性」の3因子により構成されていると述べられているが、特に嗅質性については、においの質の具体的な内容に対する検討および濃度による評価の差異に関する検討が不十分で、環境制御に際して具体的な制御目標を設定できるまで至っておらず、より深い検討が必要であると考える。

そこで本研究では、人が建築内外において、においによる不快を感じず、心理的、生理的に快適に活動できるように、におい環境を制御するための評価指標を確立することを最終目標とした上で、評価指標作成のための基礎資料を作成することを目的として、建物内外のにおい環境を形成しているにおいのうち、建築材料から発生するにおいに着目し、それぞれのにおいの特性を、強さ、快適性、嗜好性、容認性、印象(においの質)の5つの側面から定量的に把握し、またこの5つの要素が互いどのような関係にあるのかについても考察を行っていく。本報では各建築材料から発生するにおいの臭気濃度を変化させることにより、においの強さ、快適性、嗜好性、容認性がどのように変化するかについて考察した結果を報告する。なお、印象については次報(その2)で報告する。

2 建築材料の選定

建築内外においてにおい環境を形成していると思われる建築材料として、木材、合板、畳、コンクリートを選定した。木材としては建物に多く使用されるものとして、針葉樹からベイヒ、広葉樹からナラを選定した。合板はホルムアルデヒド放散量の公的規格(JAS)がFC0相当のものを選定した。図1に実験に用いた建築材料の大きさ個数を示す。

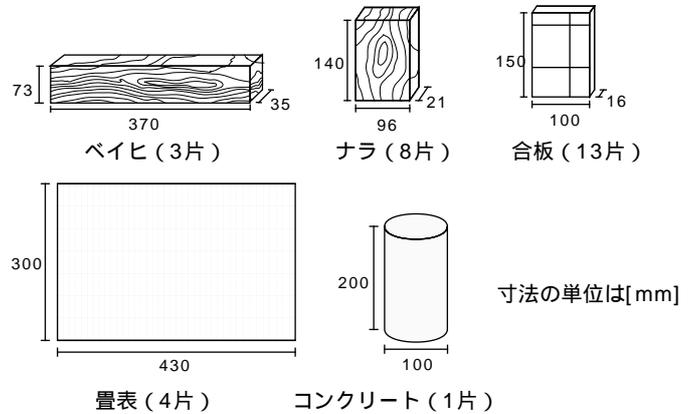


図1 実験に用いた建築材料の大きさ個数

3 実験概要

3.1 試料臭気の採取方法

図2に試料臭気の採取装置を示す。気密なチャンバー(幅290mm×高さ490mm×奥行き310mm)の中に試料を入れ、ファンを用いて、チャンバー内の臭気を攪拌する。30分後原臭採取用袋(容量:10リットル)を取り付け、ポンプを動かして原臭を捕集する。臭気が流出することで、チャンバー内が負圧となるが、チャンバー内に外気を取り入れられる袋を設置することにより、外気の流入分で負圧を解消し、チャンバーの隙間から空気が流入することを避けるようになっている。なお、コンクリートは雨天時の状態を想定し、少量の水を含水させた。

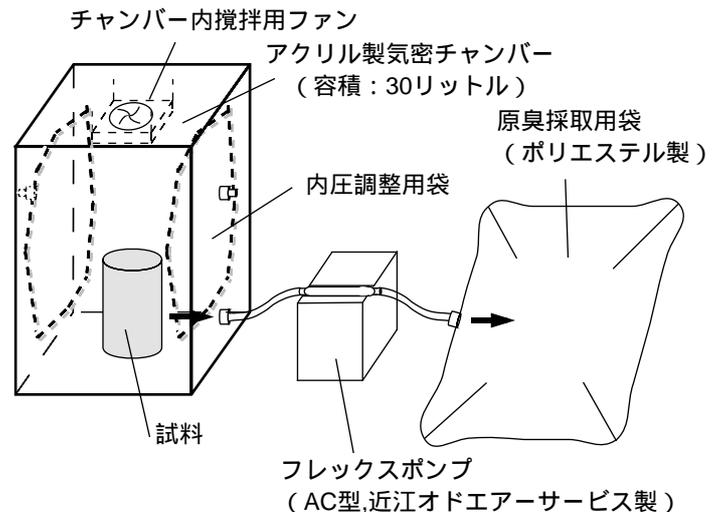


図2 試料臭気採取装置

3.2 実験手順

実験は2000年12月から2001年1月にかけて大阪大学建設棟7階教室で行い、においの主観評価を行うパネルとして、T & Tオルファクトメーターにより正常な嗅覚を有すると認められた本学男子学生6名を選定した。以下に実験手順を示す。

- 1) 空気注入用ポンプより送られてきた空気を、無臭空気供給用器具に通し、におい袋に充填する(図3)。
- 2) 無臭空気の入ったにおい袋に、建築材料5種より採取した試料臭気を、それぞれ希釈倍数が3倍、10倍、30倍となるように、注射器を用いてにおい袋に注入する。
- 3) 各試料臭気3種類ずつ計15個の袋をパネルに対してランダムに提示し、鼻当てを用いて袋の中においを嗅がせて、評価用紙にある項目について評価を行わせる。
- 4) 使用した試料臭気の臭気濃度を、三点比較式臭袋法を用いて求める。
- 5) 1~4までを、採取日の異なる試料臭気を用いて3回行う。

三点比較式臭袋法では原臭を3倍系列の希釈倍数で希釈し、正解である最大の希釈倍数と不正解である最小の希釈倍数より式(1)を用いて各パネルの閾値を求め、全パネルの最大値と最小値を除いた後に式(2),(3)により臭気濃度を算出した。

$$X_i = \frac{\log M_{li} + \log M_{oi}}{2} \quad \text{———— (1)}$$

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4} \quad \text{———— (2)}$$

$$Y = 10^X \quad \text{———— (3)}$$

X_i : 当該パネルの閾値の対数

M_{li} : 当該パネルが正解である最大の希釈倍数

M_{oi} : 当該パネルが不正解である希釈倍数

X : パネル全体の閾値の対数

Y : 臭気濃度

表1に評価項目を示す。においの印象の評価にはSD法を用い、光田ら²⁾の研究より収集した62の形容詞対のうち予備実験を行った上でにおいを表すのに適当であると思われる22の形容詞対について7段階で評価させた。においの強さ、快適性については大迫³⁾によって等間隔性が高いことが示されている6段階の臭気強度、9段階の快・不快度を用い、嗜好性については9段階の嗜好度、及び容認性については、建物内での生活活動を想定させた上で容認の可否について評価させた。

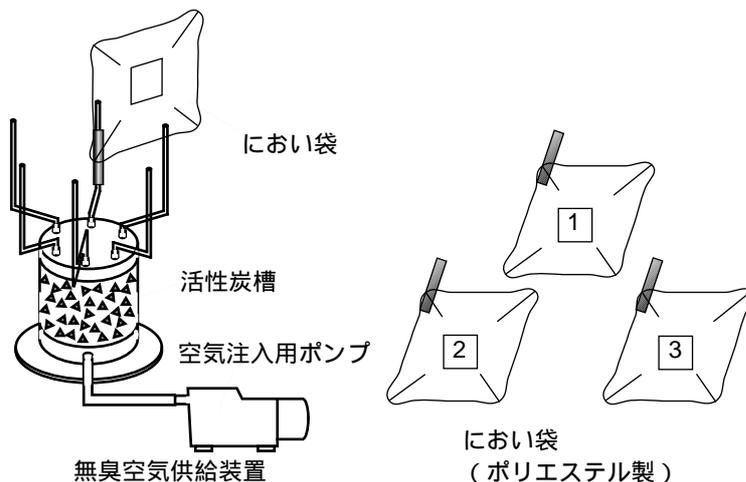


図3 無臭空気採取装置とにおい袋

表1 評価項目

| においの印象 | | |
|--------------------|-------------------|-----------------|
| SD法で用いる形容詞対(7段階尺度) | | |
| 堅い - 柔らかい | 飽きのくる - 飽きのこない | 不安な - 安心できる |
| 表面的な - 深みのある | 古い - 新しい | 閉鎖的な - 開放的な |
| むっとした - さわやかな | 下品な - 上品な | 集中できない - 集中できる |
| 冷たい - 温かい | 単純な - 複雑な | 雑然とした - 整然とした |
| 生気のない - 生き生きした | どっしりした - 軽やかな | 親しみにくい - 親しみやすい |
| 一般的な - 個性的な | 落ち着きのない - 落ち着きのある | 貧しい - 豊かな |
| 西洋的な - 東洋的な | 不健康な - 健康的な | 無粋な - 趣のある |
| 地味な - 派手な | | |
| | 非常に | 非常に |
| | かなり | かなり |
| | やや | やや |
| | でもち | でもち |
| | なら | なら |
| | い | い |

| においの強さ | においの快適性 | においの嗜好性 |
|-------------|-----------|------------|
| 臭気強度 | 快・不快度 | 嗜好度 |
| 無臭 | 極端に不快 | 極端に嫌い |
| 弱におい | かなり不快 | かなり嫌い |
| らくに感知できるにおい | 不快 | 嫌い |
| 若干強いにおい | やや不快 | やや嫌い |
| 強いにおい | 快でも不快でもない | 好きでも嫌いでもない |
| 強烈なにおい | やや快 | やや好き |
| においの容認性 | 快 | 好き |
| 容認の可否 | かなり快 | かなり好き |
| 受け入れられない | 極端に快 | 極端に好き |
| 受け入れられる | | |

表2 臭気濃度の算出結果とその平均値

| 試料名 | 回数 | 臭気濃度 | 臭気濃度の対数 | 対数の平均値 | 臭気濃度の平均値 | 対数の平均値との偏差(%) |
|--------|----|------|---------|--------|----------|---------------|
| ベイヒ | 1 | 1303 | 3.12 | 3.32 | 2105 | 6.3 |
| | 2 | 4121 | 3.62 | | | 8.8 |
| | 3 | 1738 | 3.24 | | | 2.5 |
| ナラ | 1 | 174 | 2.24 | 2.12 | 130 | 5.9 |
| | 2 | 232 | 2.37 | | | 11.8 |
| | 3 | 55 | 1.74 | | | 17.7 |
| 合板 | 1 | 98 | 1.99 | 2.16 | 143 | 7.7 |
| | 2 | 412 | 2.62 | | | 21.3 |
| | 3 | 73 | 1.87 | | | 13.5 |
| 畳 | 1 | 232 | 2.37 | 2.49 | 309 | 5.0 |
| | 2 | 550 | 2.74 | | | 10.0 |
| | 3 | 232 | 2.37 | | | 5.0 |
| コンクリート | 1 | 130 | 2.12 | 2.16 | 143 | 1.9 |
| | 2 | 174 | 2.24 | | | 3.9 |
| | 3 | 130 | 2.12 | | | 1.9 |

4 実験結果と考察

4.1 原臭の臭気濃度

三点比較式臭袋法により得られた結果をもとに、臭気濃度を算出した結果を表2に示す。各試料における臭気

濃度のばらつきは、パネルの閾値のばらつきと原臭のばらつきが主要因として考えられるが、パネルの閾値のばらつきについては、岩崎⁴⁾が、臭気濃度の対数の平均値が、その母平均を中心に、対数値の±10%以内に入る確率はT & Tオルファクトメーターの三基準臭の場合で、91%と述べており、本実験における臭気濃度のばらつきは概ねこの範囲に収まっており、各パネルの閾値のばらつきと考えると差し支えないと思われる。よって以降の考察では、3回の実験で得られた臭気濃度の平均値を用いて臭気濃度を表記することにする。

4.2 臭気濃度と強さとの関係

図4に臭気濃度と強さとの関係を示す。グラフの横軸は臭気濃度を、縦軸は臭気強度を表し、度数分布を円で、50パーセンタイル値を実線で表示している。以下図5、6も同様の表現をしている。ここで各パネルの3回の評価の代表値として、評価値が3回の評価のうちの中央値となる回数が多いものを調べた結果より、2回目の値を用いた。以下、快適性、嗜好性、容認性についても同様に2回目の値を用いることとする。

図4よりいずれの建築材料についても、臭気濃度が高くなるにつれ、感じるにおいの強さも強くなる傾向がうかがえる。また、ベイヒ、畳において感じる強さがやや強い傾向がうかがえるが、これは原臭の臭気濃度が他の

建築材料に比べて高いことが原因と考えられる

4.3 臭気濃度と快適性との関係

図5に臭気濃度と快適性との関係を示す。

ベイヒ、ナラ、合板、畳、のにおいては、「快でも不快でもない」付近に評価されており、この範囲の濃度では、特にはっきりと快、不快を感じていないことがうかがえる。コンクリートのにおいては臭気濃度が低いときは快・不快を感じていないが、臭気濃度が最も高い時に、急に「不快」側に評価が低下し、ある濃度を超えると急に不快に感じる傾向があることがわかる。

ベイヒは臭気濃度が増加するにつれて快適性に対する評価がやや高く、ナラと畳は逆にやや低くなっており、合板については、変化が見られない。しかし、これら4種類の建築材料に比べてコンクリートは、臭気濃度が最も高い時に、快適性に対する評価が明らかに低くなっているのがわかる。

4.4 臭気濃度と嗜好性との関係

図6に臭気濃度と嗜好性との関係を示す。

各建築材料の傾向として、ベイヒ、合板のにおいては、「やや好き」付近に評価されており、やや嗜好性が高いことがうかがえる。ナラ、畳のにおいては、「好きでも嫌いでもない」付近に評価されている。コンクリートについては、臭気濃度が低いときは「好きでも嫌いでもな

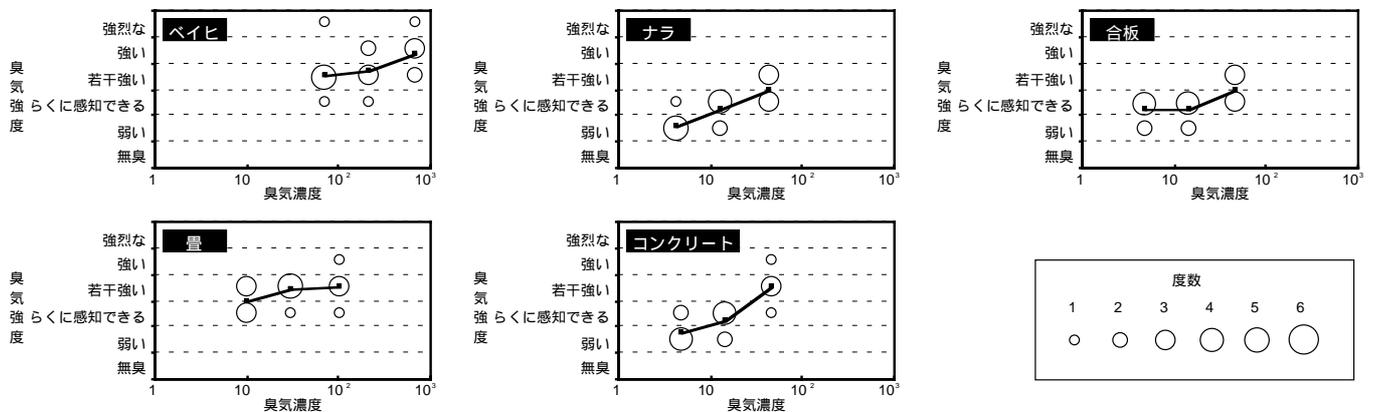


図4 臭気濃度と強さとの関係

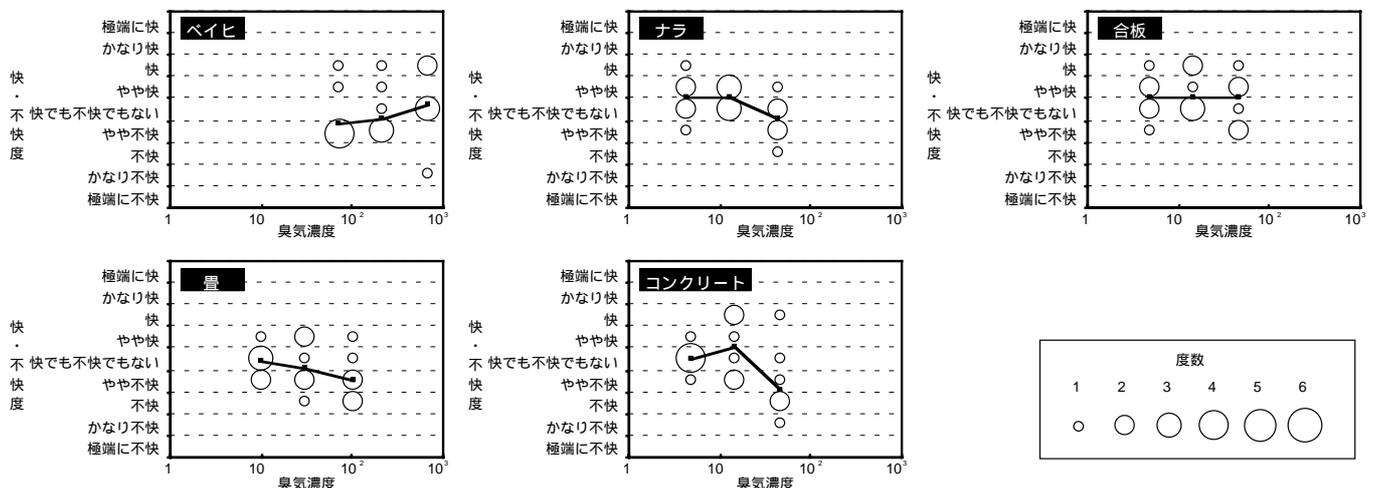


図5 臭気濃度と快適性との関係

い」と評価されているが、臭気濃度が最も高い時だけ「嫌い」という評価がなされており、ある濃度を超えると、急に悪い方へ評価が偏る傾向があることがわかる。すると、急に評価が低くなる傾向が見られる。

また、ベイヒ、合板、畳は、臭気濃度が増加しても、嗜好性に対する評価にあまり変化は見られず、ナラは臭気濃度の増加に伴い、やや評価が低くなっている。しかし、これら4種類の建築材料に比べてコンクリートは、臭気濃度が最も高い時に、嗜好性に対する評価が明らかに低くなっているのがわかる。

全体的には容認性と似た評価がなされていると言える。

4.5 臭気濃度と容認性との関係

図7に臭気濃度と容認性との関係を示す。グラフの横軸は臭気濃度を、縦軸左は嗜好度、縦軸右は非容認者率を表し、度数分布を円で、非容認者率を実線で表示して

いる。なお非容認者率とは建物内での生活活動を想定させた上で、そのにおいが容認できないと評価したパネルをパーセント値で表示したものである。

いずれの建築材料についても概ね、臭気濃度が増加すると、非容認者率が増加する傾向がうかがえる。コンクリートについては特に臭気濃度が最も高いときに非容認者率が急に高くなっているのが見て取れる。

また、ベイヒと畳では全体的に非容認者率がやや高いが、これは原臭の臭気濃度が他の建築材料に比べて高いことが原因と考えられる。

5 まとめ

本報での報告により、各建築材料から発生するにおいの臭気濃度を变化させた時、においの強さ、快適性、嗜好性、容認性がどのように変化するかについて明らかにすることができた。

謝辞は(その2)にまとめて記す。

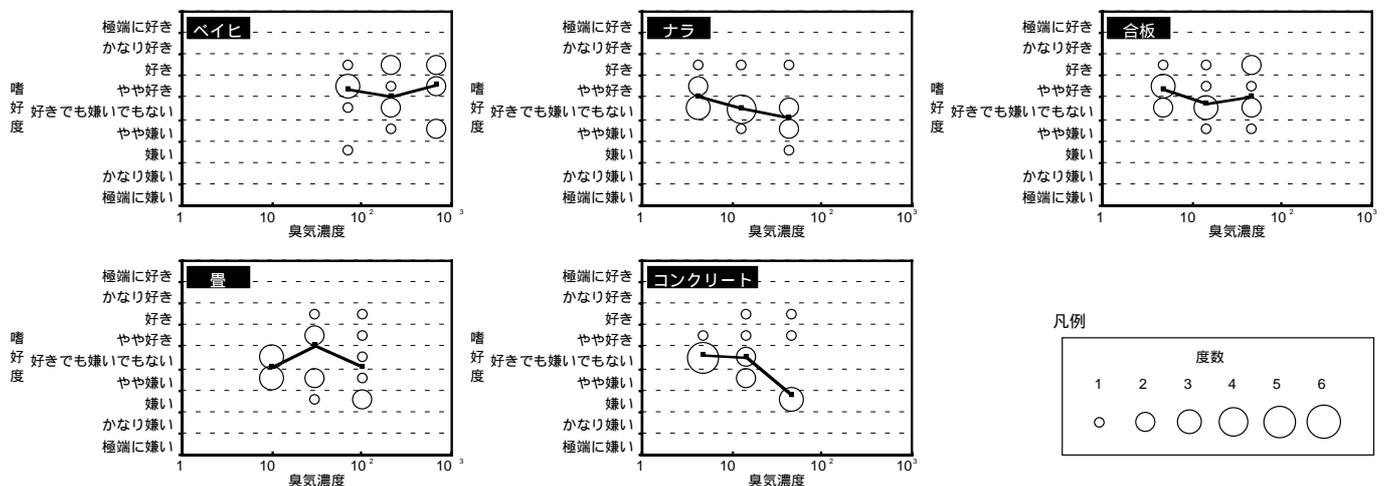


図6 臭気濃度と嗜好性との関係

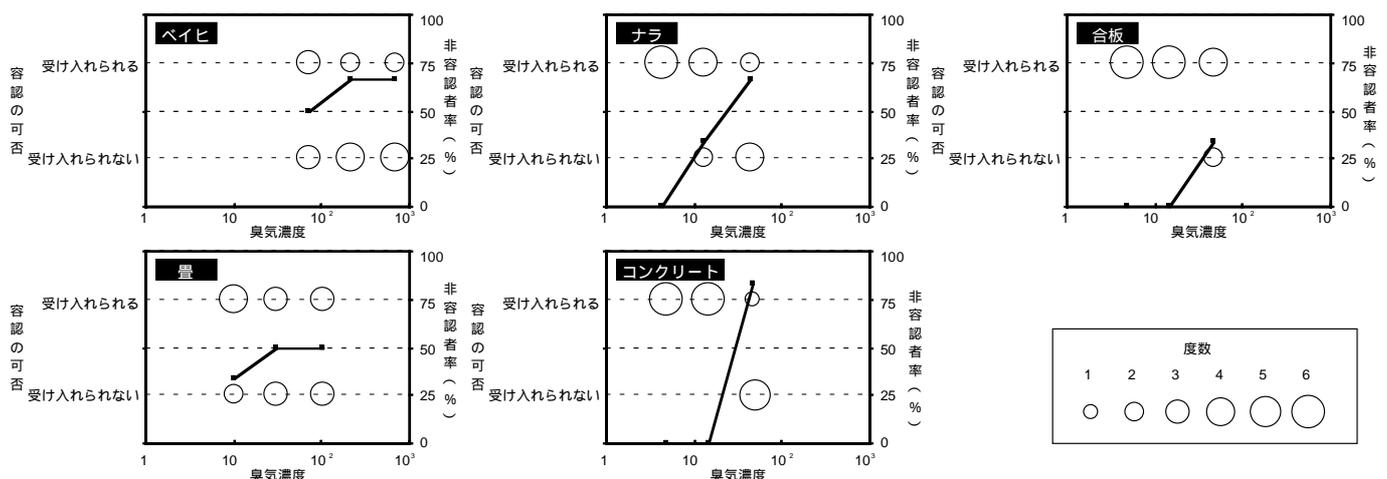


図7 臭気濃度と容認性との関係

参考文献)

1)寺内文雄、青木弘行、大釜敏正、久保光徳、鈴木萬：住環境を構成する有香物質のニオイ評価、デザイン学研究、BULLETIN OF JSSD Vol.40 No.3、pp.55-62、1993年
2)光田恵：住環境における生ごみ臭の評価と制御方法に関する研究、奈良女子大学博士論文、p.129、1996年

3)大迫政浩：嗅覚のモデル化にもと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、p.10-16、1991年
4)岩崎好陽：臭気の嗅覚測定法、臭気対策研究協会、p.107-109、1997年

* 1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 博士前期課程

* 2 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助教授・博士(工学)

* 3 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助手

Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University
Associate Prof., Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.
Research Associate, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University