芳香・消臭剤の感覚的消臭試験法

森本 祐輔, 中村 祐子, 皆川 和則, 北島幸太郎, 長谷川靖之

(小林製薬株式会社)

A sensuous deodorization method for air fresheners

Yusuke MORIMOTO, Yuko NAKAMURA, Kazunori MINAGAWA,
Kotaro KITAJIMA, Yasuyuki HASEGAWA

Kobayashi Pharmaceutical Company, Ltd.

Sensuous deodorization, a method to make a person insensitive to odor by using fragrance, is a type of deodorizing method. The method relies on a person's insensitiveness, so the deodorant effect is judged by sensory evaluation. Since the subjectivity of the tester intervenes in the current sensory evaluation, it is difficult to evaluate the deodorant effect of the fragrance itself. To improve the current method, "Density Measurement Method for the Odor Cognition (DMMOC)" was established. In this method, the target odor is diluted with the fragrance, and the deodorant effect can be quantified by the dilution factor where the tester no longer cognizes the odor. Three kinds of air fresheners were examined by the current sensory evaluation and by DMMOC. Although the rank order of the deodorant effect differed in each method, the result of DMMOC corresponded with the result of the consumers' trial. This result indicates that DMMOC is effective for the evaluation of the deodorant effect.

(Received 7 March 2012, Accepted 18 September 2012)

Keywords: sensuous deodorization 感覚的消臭, air freshener 芳香・消臭剤, sensory evaluation 官能評価, odor 臭気, cognition 認知, density 濃度

1. はじめに

現在までに多種多様な芳香・消臭剤が各メーカーから発売されている。芳香・消臭剤の種類は用途・剤型(揮散体)・香りで大別され、特に香りはその製品ごとに異なるので全く同じ香りは市場には存在せず、製品の数だけの多様性を持つ。

芳香・消臭剤とはその名の通り、芳香を発生し、悪臭を消臭する性能を持つが、その消臭のメカニズムは大きく4つに分類される。化学的消臭法、物理的消臭法、生物的消臭法、そして感覚的消臭法である。化学的消臭法は悪臭成分を化学的に分解し、物理的消臭は悪臭

成分を吸着し、生物的消臭法は悪臭成分を微生物が分解し、減少させる消臭方法である。それに対し、感覚的消臭法とは芳香・消臭剤の芳香を用いて悪臭を感覚的に感じなくさせる消臭法である。

感覚的消臭効力は芳香と悪臭の相性により決定するため、評価には官能評価を用いる。つまりパネルの感じ方に個人差があり、同一パネルにおいても評価のたびに変化する心身状態の影響がある。芳香・消臭剤の開発や評価段階において、パネルの影響により「消臭効力の高い香り」を選定することが難しいという現状がある。

そこで本稿ではパネルの「経験」「嗜好」「心身の健康状態」等に影響されないいわゆる「客観的な」感覚

Table 1 「6段階臭気強度表示法」と「9段階快・不快度表示法」による評価基準

臭気強度	悪臭の強度	快・不快度	内容
0	無臭	+4	極端に快
1	やっと感知できるにおい (検知閾値濃度)	+3	非常に快
2	何のにおいであるかがわかる 弱いにおい(認知閾値濃度)	+2	快
3	楽に感知できるにおい	+1	やや快
4	強いにおい	0	快でも不快でもない
5	強烈なにおい	-1	やや不快
		-2	不快
		-3	非常に不快
		-4	極端に不快

の消臭効力評価法を設計し、その結果を報告する。

2. 一般的な感覚的消臭効力評価法の特徴と課題

現在、芳香・消臭剤の感覚的消臭効力試験法として最も一般的な方法は芳香消臭脱臭剤協議会の自主基準法（以下、芳消協法）として標準化されている。この芳消協法は消費者が芳香・消臭剤を家庭で使用する実空間をラボで再現して試験する方法であり、悪臭と芳香空気を混合させたサンプルを悪臭しか入っていないブランクからの改善度で評価する。評価指標としては「6段階臭気強度表示法（無臭～強烈なにおい）」と「9段階快・不快度表示法（極端に快～極端に不快）」（石黒，2002）（Table 1）を用いており、無臭もしくは快であるほど芳香・消臭剤としての効力が高いと示される。この方法には芳香・消臭剤の基礎効力評価が実験室で簡単に数値化できる長所が存在する反面、評価指標には短所が見られ、6段階臭気強度表示法はそもそも各段階の数値の間隔性に問題があると考えられている（楢崎，2010）。9段階快・不快度表示法はパネルの感覚でサンプルのにおいを数値化するため芳香の嗜好や印象が影響することが容易に想像される。そこで我々は以下のような消臭効力評価法を提案する。

3. 客観的な感覚的消臭効力測定法

3.1 認知閾値濃度と認知臭気濃度

嗅覚測定法に「三点比較式臭袋法による臭気濃度表示法」がある。臭気濃度とはその臭気を無臭空気希釈したときに無臭になったと感じるまでに要した希釈倍数として定義されている。臭気濃度は臭気の検知可能・不可能を評価基準としており、パネルの主観が介入せずに臭気の程度が数値化できるため、比較的個人

差が少なく、この希釈倍数の評価基準は官能評価の世界で広く用いられている（宇都宮，2003）。この臭気濃度を求める際の「やっと感知できるにおい」の濃度は検知閾値濃度（Table 1 参照）である。今回提案する感覚的消臭効力評価法は、この臭気濃度の考え方をうけて設計している。ここでの感覚的消臭効力が発揮されている状態とは「対象の悪臭に芳香を混合したときに混合臭の中の悪臭が、混合する前の悪臭だと判断できない状態」と定義する。つまり感覚的消臭法における効力有無の境界は、何のにおいであるかが判別できる点であり、Table 1 より認知閾値濃度である。ここで更に我々は認知閾値濃度に達するまでに要した空気の希釈倍数を認知臭気濃度、これを判断基準に用いた感覚的消臭効力試験法を認知臭気濃度法と定義する。また希釈に用いる空気として、無臭空気を用いたときと芳香空気を用いたときの希釈倍数、つまり認知臭気濃度の差をその芳香空気の感覚的消臭効力値と定義する。

認知臭気濃度は、対象悪臭を任意の空気希釈したサンプルを使用して求める。試験悪臭は何か用いられているかをパネルには知らせず試験を開始する。悪臭を任意の空気希釈で何段階かの濃度に希釈したサンプルを用意し、悪臭に対して順応が起きぬように悪臭濃度が低いサンプルから官能評価を始め、段階的に悪臭濃度が高いサンプルの評価を実施する。試験悪臭の種類が認知できる悪臭濃度にするために要する希釈倍数がその空気の試験悪臭に対する認知臭気濃度である。

認知臭気濃度法は以下の2段階で構成される。

- a) 感覚的消臭効力評価
- b) パネル選定
 - a) の感覚的消臭効力評価は悪臭を認知可能なサン

ブルを選択することで希釈倍数を求めるために、b)のパネル選定はサンプルの中に含まれる悪臭を認知できているかの確認のために行われる。

前述の方法で認知臭気濃度を求める過程がa)となるが、正しく試験悪臭を認知できていることを確認するために、別途用意した選択肢悪臭の中からa)で感知した悪臭を選択してb)のパネル選定とする。ここで正しい悪臭を選択できなかったパネルは不適格パネルとし、正しい悪臭を選択して認知できたことを確認した適格パネルの認知臭気濃度の平均値のみを結果に採用する。このパネル選定法は対象悪臭への特異的無嗅覚症者だけでなく、試験時の体調不良や精神的不安定による一時的無嗅覚症者等を排除した試験結果が得られる。このように適切なパネル選定が可能だけでなく、さらにパネル選定と消臭効力測定が同時に行え、パネルの意思を含まずに消臭効力が数値化できる。そのため臭気判定士や嗅覚テスト合格者がパネルとして必ずしも必要ではないという長所がある。

3.2 試験方法

芳消協法と認知臭気濃度法で芳香・消臭剤の感覚的消臭効力順を評価した。評価サンプルは同じ揮散構造で、水、香料、界面活性剤、消臭剤、色素から構成される香りが異なる3種類の置き型芳香・消臭剤（シトラス：A・ミント：B・ラベンダー：Cの芳香）を使用した。各10Lテドラーバッグ（GLサイエンス）に通常使用状態の各芳香・消臭剤を入れ、クリップで封をし、エアーポンプで吸引脱気した後、無臭空気を5L送り込んで室温で60分間静置した。その後、飽和状態となった芳香空気のみを別のテドラーバッグに移し取り芳香マスターバッチとしてそれぞれの試験で用いた。なお、以下の手順では特別な記載が無い限り、空気を送り込む前にはクリップで封をし、エアーポンプで脱気を行うこととする。

試験対象悪臭としては管理しやすい実悪臭という理由からタバコの悪臭を用いた。まずエアーポンプ（KNF Neuberger）でマイルドセブン（JT）のフィルターを吸引しながら10秒間燃焼させた後、140ml汎用ガラス瓶の中で消火してフタを閉めた。次に汎用ガラス瓶を10Lテドラーバッグに入れ、無臭空気を5L送り込んだ。テドラーバッグ内でタバコの入った汎用ガラス瓶のフタを開け、60分間室温に静置し余煙を収集して最後に再びフタを閉めた。こうして作製した悪臭マスターバッチを希釈してそれぞれの試験で

用いた。以下、この悪臭マスターバッチを希釈したサンプルのものをタバコ悪臭と呼ぶ。

I) 芳消協法による消臭効力順評価

I-1) 芳香空気の調整

10Lテドラーバッグに芳香マスターバッチの芳香空気を5L送り込んだ。

I-2) 悪臭希釈濃度の調整

悪臭マスターバッチから試験悪臭を20ml採取して無臭空気で全量5Lとなるように希釈（250倍希釈）すると臭気強度4程度となった。芳消協法では試験悪臭の初期臭気強度は3~4と推奨されているため（芳香消臭脱臭剤協議会，2011）、これを悪臭のブランクとした。そのためI-1)で調整した芳香空気と、悪臭マスターバッチの試験悪臭を20ml混合させて全量5Lの試験サンプルを作製した。

I-3) 官能評価

パネルに対して試験に用いる悪臭がタバコ悪臭であると予め知らせておき、芳香消臭脱臭剤協議会で定められている自主基準法に則って悪臭ブランクと3サンプルに対して「6段階臭気強度表示法」と「9段階快・不快度表示法」の指標で評価した。試験はn=11で行い、パネル全員が嗅覚テスト合格者であり、この中には臭気判定士も1名含まれていた。

II) 認知臭気濃度法による認知臭気濃度測定

II-1) 芳香空気の調整

まずサンプルの芳香空気の調整を行った。今回は芳香・消臭剤を一般的な4.5畳室内に置いた時と同程度の芳香強度となるように、芳香マスターバッチから100ml採取して無臭空気で全量5Lとなるように希釈（50倍希釈）したサンプルを6つ用意した。その際3種類の芳香空気の芳香強度が同程度であることを確認した。

II-2) 悪臭希釈濃度の調整

II-1)で芳香濃度を調整したテドラーバッグに、悪臭マスターバッチから2000倍、1000倍、500倍、250倍、125倍希釈の悪臭濃度となるように悪臭量を注入し、5段階の悪臭希釈濃度サンプルを作製した。悪臭を注入していないテドラーバッグサンプルは芳香のブランクとした。

Figure 1 認知臭気濃度法を用いた感覚的消臭試験イメージ
(左：試験開始時に準備された試験サンプル 右：試験手順フロー)

II-3) 選択肢悪臭の調整

上記とは別途、選択肢悪臭サンプルとして臭気強度3程度の悪臭（酢酸、アンモニア、メチルメルカプタン、タバコ悪臭マスターバッチを無臭空気で500倍希釈したサンプル）を用意した。

II-4) 官能評価

パネルは悪臭濃度の低い2000倍希釈のサンプルから、適時芳香ブランクと比較しながら臭気の有無の評価を行い、悪臭を感じ取れる濃度のサンプルになるまで順に評価を行った（Figure 1）。悪臭を感じ取ることができたサンプルと4種の選択肢悪臭の嗅ぎ比べを行い、サンプルに含まれる悪臭がどの選択肢悪臭と同じものであるかを選択する。ここでは最も悪臭濃度が低く、かつタバコ悪臭だと認知できたサンプルを選ぶことを目標とした。ただし試験の正確性向上のため、悪臭濃度が高いサンプルを評価した後でありながら、それよりも低い悪臭濃度サンプルで既に認知できていたと答えることは出来ないこととした。前述の通り、正しく悪臭を認知できたパネルを適格パネルとして認知臭気濃度の平均値を算出し、比較した。シトラスの芳香による試験は $n=17$ 、ミントの芳香による試験は $n=18$ 、ラベンダーの芳香による試験は $n=16$ で行った。

また以上の試験（芳消協法、認知臭気濃度法シトラス、ミント、ラベンダーの全4試験）はパネルへの影響も考えて全て異なる日に行った。

III) 消費者モニター

芳香・消臭剤の香りの評価が及ばず、感覚的消臭効力への影響を調査するため、一般消費者に対してモニ

ター試験を行った。試験サンプルは芳消協法、認知臭気濃度法で評価したシトラス、ミントの香りの芳香・消臭剤を使用した。なお、官能評価結果（後述）から双方で結果が一致したラベンダーの香りは除外した。対象者は家庭に喫煙者がいるタバコ用液体芳香・消臭剤使用意向者で、シトラスの香りは $n=27$ 、ミントの香りは $n=30$ に対してそれぞれ実施した。4週間の使用後に「香りの嗜好性」「香りのお部屋合致度」「タバコ悪臭への消臭効果」の項目についてのアンケートを回収した。

3.3 実験結果

I) 芳消協法による消臭効力順評価結果

芳消協法による消臭効力順評価結果をFigure 2に示す。「6段階臭気強度表示法」の指標では悪臭ブランクの臭気強度3.72から芳香・消臭剤使用後の数値はシトラスが2.50、ミントが2.11、ラベンダーは1.55段階の改善が見られた。「9段階快・不快度表示法」の指標では悪臭ブランクの快・不快度-1.67から芳香・消臭剤使用後の数値はシトラスが1.73、ミントが1.23、ラベンダーは0.84段階の改善が見られた。芳消協法での感覚的消臭効力順は「シトラス>ミント>ラベンダー」となった。

II) 認知臭気濃度法による感覚的消臭効力順評価結果

認知臭気濃度法での感覚的消臭効力試験結果をFigure 3に示す。シトラスの芳香のパネル $n=17$ のうち9名、ミントの芳香は $n=18$ のうち16名、ラベンダーの芳香は $n=16$ のうち10名が正しく悪臭を認知しており適格パネルと判断できた。認知臭気濃度平

Figure 2 芳香消臭脱臭剤協議会自主基準法（芳消協法）による感覚的消臭効力試験結果（n=11）
（左：6段階臭気強度表示法 右：9段階快・不快度表示法）

Figure 3 認知臭気濃度法による感覚的消臭効力試験結果
（A：n=17, B：n=18, C：n=16で行い、適格パネルは A：n=9, B：n=16, C：n=10）

均値はシトラスの芳香が638.9、ミントの芳香は515.6、ラベンダーの芳香は737.5であり、認知臭気濃度法での感覚的消臭効力順として「ミント>シトラス>ラベンダー」という傾向が見られた。

Ⅲ) 消費者モニター結果

消費者モニターの各質問項目の結果をグラフ化し、Figure 4に示す。「香りの嗜好性」「香りのお部屋合致度」の5段階評価のうち最も上位の「好き」「合っている」の結果についてはシトラス48.1%、ミント40.0%となった。また「タバコ悪臭への消臭効果」の5段階評価のうち最も上位の「良い」に関してはシトラス40.7%、ミント50.0%という結果になった。

3.4 考察

芳消協法、認知臭気濃度法で、芳香・消臭剤に汎用されている3種類の香りの、タバコ悪臭に対する感覚的消臭効力試験を実施した。その結果、芳消協法では消臭効力がシトラス>ミント>ラベンダーの順、認知

Figure 4 シトラス (A)、ミント (B) における消費者モニターの結果（A：n=27, B：n=30）

臭気濃度法ではミント>シトラス>ラベンダーの順となり、結果が一部逆転した。この結果について、先に示した消費者モニターの結果より考察する。消費者モニターにおけるシトラスの香りの嗜好性・お部屋合致度評価は「好き」「合っている」が共に48.1%であり、ミントの香りは共に40.0%であった。従ってシトラスは、ミントよりも一般的に「快」と評価される香りであると言える。よって評価指標が快・不快を尺度とする芳消協法においてはパネルの主観評価が介在したため、シトラスの評価結果がミントを上回った可能性が示唆される。一方、消費者モニターによるシトラスの香りの消臭効力評価は「良い」が40.7%、ミントは50.0%であり結果に逆転が生じた。これは認知臭気濃度法の結果とも合致しており、ミントはシトラスよりも低濃度でタバコ悪臭を感覚的に無臭化させることが可能な香りであると考えられる。以上の結果より、芳香・消臭剤の開発においてその効力を評価する場合、主観を含めた芳消協法と主観を含まない認知臭気濃度法を上手く組み合わせることが望ましいと考えられる。

次に認知臭気濃度法より得ることが出来るその他の

Figure 5 各試験サンプルにおける認知臭気濃度と認知率の関係

知見について以下に考察する。認知臭気濃度法には、消臭に関する香りの特徴や悪臭に対する香りの相性が分かるという長所も存在する。悪臭の各希釈倍数における認知率（悪臭を認知できたパネルの適格パネル全体における割合）を Figure 5 に示す。B のミントはタバコ悪臭に対して相性がよい香りであるということは先に示したが、タバコ悪臭の希釈倍数が 500 倍を下回ると認知率が急激に増加した。一方 A のシトラスの香りは悪臭濃度が高くなるに従って徐々に認知率が増加した。また C のラベンダーの香りは、比較的悪臭濃度の低い段階から認知率が高く、タバコ悪臭との相性が悪いと言える。ここで各香りの感覚的消臭効力差が確認しやすいように、芳香空気でも 2000～500 倍希釈したときまでの認知率を Figure 6 に示す。最も大きな効力差を確認できた B のミントと C のラベンダーの香りの間には $p < 0.05$ の有意差が認められ、確かにミント > シトラス > ラベンダーという感覚的消臭効力順の傾向が見られた。以上より今回提案する認知臭気濃度法は、悪臭と香りの相性の良し悪しが評価できるだけでなく、香りによる特徴の違いも確認できる方法である点も優れていると考えられる。

4. おわりに

芳香・消臭剤の開発・評価において認知臭気濃度法は有用な方法の一つであると考えられる。この方法を用いると、消臭効力の高い香料の開発・評価・選定が可能となり、より一般消費者に満足してもらえる芳

Figure 6 各試験サンプルの認知臭気濃度 500 以上における認知率

(A : $n = 17$, B : $n = 18$, C : $n = 16$ で 行 い, 適格パネルは A : $n = 9$, B : $n = 16$, C : $n = 10$)

* : $p < 0.05$ (Fisher 正確検定)

香・消臭剤が開発可能となる。またその香りの消臭特徴に合致した環境で使用してもらい、より高い効果を実感してもらえるので使用者満足度を向上させることも期待できる。しかし一方で、芳香・消臭剤は最終的に一般消費者が使用するものであるため香りの嗜好性等を反映させた製品でなければならない。認知臭気濃度法は客観的な消臭効力は評価可能だが、香りの嗜好性などは反映されないため別途消費者テストによる確認が必要である。以上より芳香・消臭剤の開発段階によって「認知臭気濃度法」「芳消協法」「消費者モニター」を使い分けることで、その製品に相応しい消臭効力を持つ「香り」を評価・選定していくことが必要であると考えられる。

引用文献

- 石黒辰吉 (2002) 臭気の測定と対策技術, オーム社, 東京, pp. 15.
- 檜崎正也 (2010) におい基礎知識と不快対策・香りの活用, オーム社, pp. 86-90.
- 宇都宮仁 (2003) 清酒官能評価パネルの選抜・訓練法, 醸協, pp. 317.
- 芳香消臭脱臭剤協議会 (2011) 一般消費者用 芳香・消臭・脱臭剤の自主基準, 実施要領.