

# 臭気分析の基礎知識

川口 真央\*

## 1. においについて

### 1.1 化学物質の側面から

臭気の実行を行う上で、においの性質・特徴を知ることが非常に重要である。においは化学物質の側面と、ヒトの感覚の側面からみることができる。

においを化学物質の側面からみると、におい物質は、分子量が17~400程度の主に炭素・水素・酸素・窒素・燐・硫黄・塩素・臭素・沃素の元素を含む物質である。においとなるために必要な濃度は大変薄く数ppm~ppt程度である。

またほとんどのにおい物質は、分子内に疎水基と親水基の両方を備える特徴を持つ。これは、ヒトのにおいを感知する嗅細胞を覆う嗅粘膜への分散に有利であることを示す。例えば、親水性の強い無機化合物は、ほとんどが無臭である。アルコールやカルボン酸は、1価のエタノールや1価の酢酸のにおいが強く、多価のエチレングリコールや多価の酒石酸などのにおいが弱い。その理由は、親水性が疎水性に対して強くなりすぎるためと考えられる。

次に、揮発により気相中に気体もしくは微粒子状態で存在することも特徴といえる。この状態になりにくいもしくはならない物質は、鼻の受容器官に取りこまれない。例えば、高分子化合物は無臭であり、プラスチック類のにおいは不純物や添加剤によるものである。また、官能基が分子内に存在する場合、カルボキシル基は酸臭、水酸基はアルコール臭、アルデヒド基はアルデヒド臭などの特有なにおいを呈する。これに関連して、官能基を持つことから、化学反応により官能基の変化すなわちにおいの変質が起こる。そのため、臭気の試料の取扱いに遮光及び速やかな分析などの配慮が必要となる。

### 1.2 ヒトの感覚の側面から

ヒトの感覚の側面からみた場合、においの役割のひとつが危険回避などの個体維持である。つまり、腐敗した食品や火事をにおいから察知し、危険を回避する。そのため、物が焦げたにおいや腐敗臭等は、非常に低い濃度でも十分に認知できる。一方これらに比べ良い香りは、ほとんどが高い濃度でないと認知できない。

また嗅覚は、同じにおいを継続して嗅ぎ続けるとそのにおいが弱くなるまたはにおわなくなる特徴がある。これを順応と呼び、嗅覚器官の刺激応答の低下によると考えられている。一方、断続的に同じにおいを嗅ぎ続けていると、においの知覚が減少またはにおわなくなることがある。これを慣れと呼び、嗅覚器官のレベルでは応答しているがにおいが意識として知覚されない現象といわれている。慣れの具体例として、初めて訪れた時の漁村のにおいが、たびたび訪れることにより気にならなくなる現象が挙げられる。

最後に、ヒトの感覚に当てはめられる感覚強度と刺激量の関係の法則として、ウエバー・フェヒナーの法則がある。これはにおいの感覚強度とにおい物質濃度の間にも成り立つ。

この法則は、式(1)により表される。

$$Y = a \log X + b \quad \dots \text{式(1)}$$

Y: 感覚強度

X: 刺激量(においの濃度)

a, b: 定数

これは感覚強度がにおい物質濃度の対数に比例することを表している。つまり単純ににおい物質濃度が10倍になると感覚強度が1増える(六段階臭気強度表示法に対応、表1参照)ことを示す。

表1 六段階臭気強度表示法

---

- |                              |
|------------------------------|
| 0: 無臭                        |
| 1: やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)       |
| 2: 何のにおいであるかわかる弱いにおい(認知閾値濃度) |
| 3: 楽に感知できるにおい                |
| 4: 強いにおい                     |
| 5: 強烈なにおい                    |

※岩崎好陽、新訂 臭気の嗅覚測定  
法 三点比較式嗅覚測定法マニユア  
ル(2005)12ページから転載

## 2. 悪臭の規制

「悪臭防止法」は、昭和46年に公布された悪臭を規制する法律である。この法律は、規制区域内の工場・事業場を規制対象とする。

規制方法は、「特定悪臭物質」の排出濃度による規制と「臭気指数」による規制の2つの方法で実施される。「特定悪臭物質」は、表2の22物質を指す。「臭気指数」は、以下の式(2)で定義される。

$$\text{臭気指数} = 10 \times \log(\text{臭気濃度}) \quad \dots \text{式(2)}$$

臭気濃度: 臭気が感じられなくなるまで希釈したときの希釈倍数

つまり、ある試料を1000倍に希釈して初めてにおいが感じられなくなった場合、この試料の臭気指数は $10 \times \log 1000 = 30$ となる。(実際の臭気指数の測定は、「3.2 嗅覚測定法」で説明)

この2つの規制方法により、各種の臭気の規制を行う。各種の規制とは、一号規制(敷地境界線の環境臭気の規制)二号規制(排出口から排出される臭気の規制)三号規制(排水から発生する臭気の規制)である。一号規制は、特定悪臭物質の濃度が臭気強度の2.5~3.5の間、臭気指数は10~21の間での規制を行う。また、規制基準は各規制地域により異なる。

表2 特定悪臭物質の測定方法

特定悪臭物質	敷地境界線(一号規制)		排出口(二号規制)		排水(三号規制)	
	試料採取方法	分析方法	試料採取方法	分析方法	試料採取方法	分析方法
アンモニア	吸収瓶	分光光度計での吸光度測定	JIS K 0099 による		規制対象外	
メチルメルカプタン			規制対象外			
硫化水素	捕集バッグ	ガスクロマトグラフ(検出)	バッグサンプリング	ガスクロマトグラフ(検出器FPD)	JIS K 0094に準ずる	ガスクロマトグラフ(検出器FPD)

	グ	器 FPD)	リ ン グ		
硫化メチル				規制対象外	
二硫化メチル					
トリメチルアミン	吸 収 瓶	ガスク ロマト グラフ (検出 器FID)	吸 収 瓶 に よ る 捕 集	ガスクロマトグラフ (検出器FID)	
アセトアルデヒド				規制対象外	
プロピオンアルデヒド					
n-ブチルアルデヒド	捕 集 バ ッグ	ガスク ロマト グラフ (検出 器 FTD)、 ガスク ロマト グラフ 質量分 析法	バ ッグ サ ン プ リ ン グ	ガスクロマトグラフ (検出器FTD)、 ガスクロマトグラフ 質量分析法	規制対象外
イソブチルアルデヒド					
n-バレルアルデヒド					
イソバレルアルデヒド					
イソブタノール					
酢酸エチル	捕 集 バ ッグ	ガスク ロマト グラフ (検出 器FID)	バ ッグ サ ン プ リ ン グ	ガスクロマトグラフ (検出器FID)	
メチルイソブチルケトン					
トルエン					
キシレン					
スチレン				規制対象外	
プロピオン酸	試 料 捕 集 管	ガスク ロマト グラフ (検出 器FID)		規制対象外	
ノルマル酪酸					
ノルマル吉草酸					
イソ吉草酸					

### 3. 測定方法

#### 3.1 成分濃度表示法（機器測定法）

成分濃度表示法は、悪臭防止法の特定悪臭物質の規制に適用される。表2に一号～三号の規制各々の試料採取法・分析方法を示す。また、この方法は、1成分毎に濃度を表示する。しかし単一の成分から構成される臭気が少ないため、すべての悪臭問題をこの単一成分表示法により解決することは、現実的でない。

一方、悪臭防止法の規制に適用されていないが、多成分をグループで捉えて濃度を表示する方法もある。例として、硫黄化合物を総還元性硫黄(TRS: Total Reduced Sulphur)、有機溶剤などに対して全炭化水素表示法(THC: Total Hydro Carbon)で表示することもある。これらのメリットは、成

分毎に臭気特性、嗅覚閾値が異なる問題点があり大まかであるものの、全体的な視点で捉えられることと、自動連続測定が可能なことである。これらのほか、測定方法にニオイセンサーを用いることがある。ニオイセンサーを用いるメリットは、検知できる臭気成分が比較的多いことである。ただし、指示値の単位の基準、校正方法の基準など基本的な問題が残されている。

### 3.2 嗅覚測定法

以前「官能試験法」と呼んでいたが、現在は嗅覚測定法と統一されている。悪臭防止法で採用されている方法が「三点比較式臭袋法」と「三点比較式フラスコ法」である。三点比較式臭袋法は、一般的にあらかじめパネル選定試験で合格した6名のパネルと臭気を調製する人、臭袋を作成する人、袋を運搬する人の計9名で行う。試料を採取した当日もしくは翌日になるべく早く測定を行わなければならない。パネルが疲労するため、1日に測定できる検体数は、10～14試料程度である。

三点比較式臭袋法は、具体的に排出口から排出される試料の場合、試料を10倍→30倍→100倍→300倍→1000倍…(3倍系列、下降法)と希釈し、1～3の番号が付されたにおい袋の一つに試料を入れ、6名のパネルにそのにおいを嗅がせ、どの袋ににおいがついていないかを答えさせる。原則として全員がにおい希釈倍率から、においが全員わからなくなるまで行い、においがわからなくなった希釈倍率とその直前の希釈倍率の対数値の中央値を各パネルの閾値とする。嗅覚に個人差があるため、最大最少値を棄却し、残された4人の閾値の平均をこの試料の閾値とする。この閾値から、臭気濃度・臭気指数を算出する。臭気濃度は、臭気を感じられなくなるまで希釈したときの希釈倍数を表す。

敷地境界線の環境試料の場合、排出口から排出される試料より濃度が低いため、前述の方法の「原則として全員がにおわなければ測定結果が出せないこと」が測定の大きな障害となる。そのため、6名のパネルに3回同じ希釈倍率でテストを行う(6人×3回 計18回)。その結果「正解」を1.00、「不正解」を0.00、「不明」を0.33とし、18回の結果の平均を出す。結果が0.58未満であるときは、臭気濃度がその希釈倍率未満と判定する。0.58以上のときは、希釈倍率を10倍上げて再度テストを行う。そのときの臭気濃度を表すと、

$$Y = t \times 10^{(M-0.58)/(M-N)} \quad \dots \text{式(3)}$$

Y: 臭気濃度

t: 最後の1回前に行ったテストの希釈倍率

M: 最後の1回目に行ったテストの平均正解率

N: 最後に行ったテストの平均正解率

となる。臭気指数は、式(2)にて求める。

三点比較式フラスコ法は、三点比較式臭袋法と比較して、①試料が水であるため臭袋では無くフラスコを用いること、②希釈倍率が10倍→33倍→100倍→330倍→1000倍…(3.3倍系列、下降法)と希釈することの2点が大きく異なる。ただし、臭気指数等の求め方などは同じである。

### 4. おわりに

臭気分析で多成分系の試料は、嗅覚測定法のような人間の嗅覚を利用し求めている。強くて臭いにおいも薄めると良い香りになったりする場合もあり、未だ解明されていない部分が多い。この複雑なおいへの仕組みの理解が臭気分析にとって最も大切な要素の一つである。これから勉強を始めようとする方は、まずは臭気分析の第一歩として日常生活に溢れるにおいに関心を持つことから始めよう。

#### <参考文献>

- 1) 川崎通昭・堀内哲嗣郎: "改訂 嗅覚とにおい物質", (2005)におい・かおり環境協会
- 2) 悪臭法令研究会編集: "ハンドブック 悪臭防止法 四訂版", (2008)ぎょうせい
- 3) 岩崎好陽: "新訂 臭気の嗅覚測定法 三点比較式嗅覚測定法マニュアル"(2005)におい・かおり環境協会
- 4) 環境省環境管理局大気生活環境室編集: "嗅覚測定法マニュアル"(2005)におい・かおり環境協会

---

\* 技術部試験五課