特集・臭気問題の現状と課題

消・脱臭剤による臭いの除去

安 藤 忠 夫 *

1. 概 要

生産量中心の産業成長の代償として、公害という人間の健康で快適な生活を脅かす事象をもたらし、その防止対策に真剣に取り組まなければならない時代に突入している。とりわけ悪臭公害は毎年公害苦情件数の上位を占め行政面でも種々の法制化が行われている。

即ち、悪臭防止法が昭和46年に制定され、その時には8物質（アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチル、スチレン、アセトアルデヒド、トリメチルアミン）が濃度假制の対象となり平成2年には4物質（プロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸）が追加規制されるに至った。しかし、悪臭は他の公害現象とは違い、感覚の問題であり、この感覚が非常に低濃度で悪臭を感知し機器分析の能力を上回っており、さらに悪臭は複合臭で相殺、相乗現象を伴っている事等から単純な濃度測定のみで悪臭を評価する事は出来ずこの規制方法だけでは問題が多いといわれている。

これらの事から何とか感覚的な測定をと言うことで東京都で三点比較式臭袋法が昭和52年に制定され一躍脚光をあげ今では、30ぐらいの自治体でこの感覚測定法が採りあげられている。こうした行政面での動きとともに当然これを効率良くクリアしようとする装置が考え出され悪臭対策が種々考案されている。その主なものを列挙すれば、

- (1) 吸着や吸収などの物理的脱臭法
- (2) 中和、重合、酸化還元などの化学的脱臭法
- (3) 好気性菌、土壌菌、酸素などの生物的脱臭法
- (4) 中和作用、マスキングなどの感覚的脱臭法

などがあり、種々の発生源対策に利用されている。これら防止技術のうち(1)や(2)は化学工学上その反応機構

や適応性の検討が比較的良好に行われており、悪臭防止装置の設計段階でだいたいの性能が予測できる。しかし今日の悪臭防止技術は特定の限られたガス成分の除去メカニズムに重点をおいた開発となっているのが大半である。しかも実際に悪臭の問題は殆どの成分がきわめて低い濃度で発生しており、こうした除去のみを脱臭技術とすることには問題が残る。

こうしたことから、植物製精油を成分とする消臭剤を使用する中和消臭法が注目されている。特に低濃度で広域的な雰囲気臭には効果があり、悪臭の発生状態により添加法、噴霧法、気化法、散布法などが採用されている。もっとも、従来の中和剤は、それらの消臭機構や機能、構成成分などに関してはほとんど不明のまま使用されており、経験的で観念的な説明がほとんどで化学的消臭剤のように明快な説明ができずにいる。以下に植物精油や中和消臭剤の基本的な考え方を示す。

2. 植物精油について

一般に香料は天然香料と合成香料とに分類される。植物香料は天然香料に属しており植物の花、果実、葉、根、樹皮などから得られる、揮発性の油分をそれぞれの「精」という意味から植物精油と呼ばれている。精油はイソプレンが2～3分子結合したテルペン炭化水素とアルコール、ケトン、アルデヒド、エステルなどを主とするテルペン系化合物の混合物であり、それぞれ特有のにおいを持っている。植物の種々の部位から多くの精油が採取でき、例えば花からはバラ、ジャスミン、ラベンダー、果実や果皮からはベルガモット、レモン、オレンジ、葉からはシンロネラ、レモングラス、根からはベチバー、しょう脳油などが採られている。実際森林や草原ではこれらのおいを総合的に嗅ぐことができるがそのような環境に入った時、動植物の腐敗臭もあるにも拘らず我々には不快感を与える事が少なく、むしろ自然の爽やかなにおいを与えてくれ

* 近江オドエアーサービス㈱技術部長
Tadao ANDO

る。こうしたことがヒントになり、植物精油と消臭剤が結び付き中和消臭剤が開発されたのである。こうした精油がアロマセラピーと称し健康や美容にも役立てられており、たとえば、ジャスミンは気分をリフレッシュさせ、ラベンダーは気分をリラックスさせる作用があるとされており、こうしたことを応用しオフィス空間に香りを流す事によりどのような心理的影響を与えるのかの研究も進んでいる。

なお、これら精油は非常に種類も多くその採油法は水蒸気蒸溜法、圧搾法、抽出法に分けられ、各々は次の通りである。

(1) 水蒸気蒸溜法

一般的に使用されている方法で、植物精油の沸点の比較的高いものでも水蒸気と共沸点を生じ、水蒸気を伴い容易に気化し留出し、この方法は、その目的において一種の減圧蒸留と同じである。

(2) 圧 搾 法

熱を加えるとその成分が変質するおそれがある場合には本法を使用する。主に、柑橘類の果皮に含まれる精油を採集する時に用いられ、果皮を圧搾するか、果皮を傷つける事によってその油胞から得る。この方法が採られているのにオレンジ、レモン、レイムなどがある。

この圧搾法にはその他に、

① 海 綿 法

イタリア南部で行われている方法で果皮を冷水に十分に浸した後手で圧搾し浸出してくる精油を片手に持った海綿に吸収させ、海綿が飽和するまで繰返す。出てきた精油は水分を除き夾雑物はろ過する。

② エキュエル法

金属製のロートの内面に1 cmほどの針を植えた直径約20 cm程のものでロート型の凹部中央に採油管が連結されている。この器具で果皮を押さえつけ回転させ油胞を破ると精油はロートの下に集まる。

③ ローラー法

ローラーの縦軸に沿って、細い溝がつけられ、果皮をその間に圧搾して油分を採る方法で、わが国では、夏ミカンの果皮は本法で採油が行われている。

(3) 抽 出 法

花部のように、熱によって特に成分が変化しやすいものや水溶性の成分が含まれているものにはこの方法が用いられている。不揮発性溶剤と揮発性溶剤を用いる2種類の方法がある。ジャスミン、バイオレット、アカシア、ヒアシンズなどが本法で採油されている。

3. 植物精油の臭気の中和と除去

植物精油の臭気に対する効果は中和と除去がある。ここで以下言う中和とは感覚的な事を言い化学的な中和を意味するわけではなく、「AというニオイとBというニオイを混合した場合、もとのニオイとは質の異なるニオイになりかつ弱いものになる」ことである。すなわち中和効果のある植物精油を悪臭に添加すると臭気濃度、臭気強度を低下させ、快・不快度は若干快に上昇または無臭化すると言える。

中和作用の例としては、ジャ香とアーモンド、ツェーデル油とゴム、ベンゼンとゴム、樟脳とオーデコロン、などが良く知られている。また Moncrieff は中和作用の種々のテストをしており、嗅覚作用がマヒでないことの証明を行っている。その方法は次の通りである。

① 種々の化合物のにおいの強さ

② 中和剤と同時ににおう①の化合物の強さ

③ 中和剤をにおった後の①の化合物の強さ

という条件を設定し、中和剤がマヒ作用をていするのであれば③の強さは②のそれよりも低く、においの中和作用であれば③の強さは②のそれよりも高くなると仮定した。実際の実験ではまず測定者を定め、

① 48種類の化合物をそれぞれにおう

② それぞれ中和剤とともににおう

③ 中和剤を20秒におったのち①をにおう

という実験を行い、測定者には“強くにおう”、“かすかににおう”、“非常にかすかににおう”の4種類でチェックさせた。ただし②と③の場合は①の化合物のにおいだけを測定させた。

このような実験の結果“強くにおう”、または“はっきりにおう”、と答えた者は、①では82%、②では46%、③では65%を示し、中和剤の中和作用が嗅覚のマヒ作用でないことを明らかにした。

また、多数の精油のなかで比較的入手しやすいものを手にいれ除去や中和効果の優劣についての実験を行った。

本実験で用いた30種あまりであるがその主なものは、アビエス油、ビターアーモンド油、シトロネラ油、ゲラニウム油、ヒノキ油、ライム油、ラベンダー油、ラバンジン油、ナツメグ油、オリガナム油、ペパーミント油、スイートオレンジ油、ペチバー油、ペチグレン油でテストはパネルを用いた感覚測定と濃度測定を行った。

濃度測定は、水100 mlを入れたインピンジャーの中

(容量200ml)へ、精油100ul、界面活性剤のトリトンX-100を1ul注入し混合したものを精油溶液とした。このインピンジャー中に硫化水素(約5ppm)、やメチルメルカプタン(約7ppm)、を20ml/minの速さで通過させ、約120分間バブリングを行い、処理後の濃度分析はバブリング開始から5~20分間隔で行った。

間隔測定についてはバブリング開始から60分間までのガスをポリエステル製のバッグに採取し環境庁告示の6段階臭気強度、9段階快、不快度でもって表示した。また、BLANKテストは蒸留水100mlに界面活性剤Triton-X100を1ul加えた溶液について行った。

その結果、硫化水素について“優れた除去効果の認められた精油”はビターアーモンド、ペチパー油が挙げられ単に“除去効果の認められる精油”としてはラバジン油、オリガナム油、スイートオレンジ油、ペチグレン油であった。

またメチルメルカプタンについては“優れた除去効果の認められる精油”としては、ビターアーモンド油、ナツメグ油があげられ“除去効果の認められている精油”としてはアビエス油、シトロネラ油、ゲラニウム油、ライム油などであった。

つぎに、植物精油の感覚測定については、硫化水素の場合“優れた中和効果の認められる精油”はアビエス油、ビターアーモンド油、ゲラニウム油、ランム油ラベンダー油、オリガナム油、ペパーミント・M油、ペチパー油があげられ、“中和効果の認められる精油”としてはシトロネラ油、ヒノキ油、ナツメグ、スイートオレンジ油、ペチグレン油であった。

また、メチルメルカプタンの場合“優れた中和効果の認められる精油”はペパーミント・M油、スイートオレンジ油、ペチグレン油があげられ、“中和効果の認められる精油”としては、ナツメグ油、ペチパー油であった。

ここで注目すべき点は、除去効果が優れている精油であっても必ずしも処理後のガスの臭気強度、不快度が低下していない事である。たとえば、硫化水素の場合ラバジン油がそうである。またメルカプタンの場合、ビターアーモンド油がその典型的な例であり、他にシトロネラ油、ゲラニウム油、ライム油等がある。同様に中和効果から除去効果を見た場合にも、ある精油に対する中和効果の良否が必ずしもそれに繋がっていない事がわかる。

例えば硫化水素の場合、アビエス油は優れた中和効

果を示すが除去効果はない。ゲラニウム油やライム油、ラベンダー油などもそうである。同様にメチルメルカプタンの場合もスイートオレンジ油が優れた中和効果を示すが除去効果はない。

以上これらの事実は、植物精油からなる消臭剤の消臭効果は臭気に対する感覚的な中和効果と、除去効果の両面を有しており、この両効果のうち、いずれが支配的であるか消臭剤を構成する個々の精油の特性に大きく依存すると考えられている。

さらに精油のこうした除去効果のうち化学的なものは精油の中の成分か、物理的な物なのかは長い間判明しなかったが最近GC-MSを用いた分析によりS系の反応機構、特に精油中のベンズアルデヒド、桂皮アルデヒドについての研究が発表されている。とはいえ非常に多くの精油中の成分がどのようにその消臭機構に係わっているかはやっとメスが入った段階で、今後この分野の研究に我々も一層の努力をしなければと考えている。

4. 植物精油を利用した消臭剤

4. 1 消・脱臭法の一般的概要

現在まで多くの消・脱臭剤が現れては消えているがその分類は方法により次の様になる。

- ① 物理的脱臭(吸着、吸収)
- ② 化学的脱臭(中和、重合、酸化還元)
- ③ 生物的脱臭(好気性菌、土壌菌、酵素)
- ④ 感覚的脱臭(中和作用、マスキング)

①はグリコール類や、界面活性剤など比較的高分子のものが多く、実際に、吸着や吸収のみで利用されている消臭剤は水以外ではその例が少ない。またこの分野に入る物として人工的に換気する方法や発生源をシャ断する密閉あるいは希釈などの方法がある。

②の化学的消臭は非常に多く、何等かの形でこの項目にぞくしている。中にはビタミンCを少量添加することにより、第一鉄として二価の鉄イオンが三価にならず長期に渡って保持できるユニークな消臭剤も開発されている。これらの消臭剤の内、メーカが示している化学反応式は次のようなものがある。

③の生物的消臭は最近リサイクルな考え方として注目されており、土壌脱臭などはその代表的な例である。また、土壌脱臭の原理を洗浄塔に利用したものもある。

4. 2 消臭剤（エアーサーバーL剤）

従来、消・脱臭剤は用語がばらばらであったが、やっと統一され環境庁の報告では次の様に定義されている。

＊芳香剤……芳香性の添加剤により、マスキング、中和、相殺、付香などで軽減するもの

＊消臭剤……主として化学反応や生物作用などで臭気を除去するもの（中和、相殺作用を持つものも含まれる）

＊脱臭剤……ある種の化学物質により臭気を吸着、吸収、分解して除去するもの。

＊防臭剤……ある物質を添加し臭気の発生、発散を防ぐ。

この様な分類でということであるので以下に説明するエアーサーバーL剤は消臭剤の部類に入れる。

最近多くの消・脱臭剤が出回っており、競争が激化するあまり安ければよい臭気成分が除去できれば良いなどが先行して販売されている傾向があり、肝心の安全性や使用方法を無視したものもある。加えて、その効果判定が同様の方法でなく、同じ土俵の上で行われている事はまれでどちらかといえばメーカーの都合のよいデーターとなっている。また、その使用場所では除去を目的としたいいわゆる重金属を含んだものは、スクラバーの様なその効果が充分発揮出来る所で使用するべきであり、そのような消・脱臭剤をゴミ処理場のプラットホームや広域的な場所で噴霧することは問題が多い。

従って、こうした消・脱臭剤の使用方法はその目的に応じて正しく使用しないとその効果が十分に発揮できなくなり、注意が必要である。こうしたことから我々は消臭剤エアーサーバーL剤は、使用目的、使用方法、使用場所などについて体系化した考えにもとづいて使用しており以下に示す。

4. 3 エアーサーバーL剤について

本製品は感覚的中和作用を基本としたものである。処方としては植物性精油を基本とし、これに臭気成分抑制剤と臭気成分除去剤を組み合わせ表1に示す5群に分類してそれぞれこれに応じて使用している。

表1 L剤の使用方法

群	噴霧	散布	洗浄
1	◎	○	×
2	○	◎	×
3	△	◎	×
4	×	○	◎

◎：最適

○：適

×

△：注意して

1群：感覚的中和作用を発揮するオリジナル消臭剤。

2群：オリジナル消臭剤に臭気成分抑制剤を組合せた消臭剤。

3群：オリジナル消臭剤に臭気成分除去剤および臭気成分抑制剤を組合せた消臭剤。

4群：主としてスクラバー用で泡立ちを少なくし、オリジナル消臭剤に臭気成分除去剤あるいは臭気成分抑制剤を組合せたもの。

5群：粉体およびソリッド製品。

1群は感覚的中和作用をその目的としたもので臭気が低レベルで、臭気が集められないような広域的な場所で使用し、この様なところは人の出入りもあり消臭剤のミストを吸入したり、肌への接触が考えられるため安全性を最優先させるためにも、重金属化合物などを使用しない。最終処分地やゴミ処理場などで使用する。

2群は発生源の醗酵や気温上昇による悪臭発生を抑制するような成分を配合し主として散布用、噴霧用で、抽水所（下水処理場までの中間のポンプ場で下水中のゴミなども掻揚げたりする所）でのゴミ、下水やし尿処理場の脱水ケーキなどに使用する。

3群は抑制剤に加え臭気成分除去剤をも配合したものでイオウ化合物やアミン化合物の成分除去も可能である。主として散布用に使用するが人の立入らない場所であれば、噴霧による使用も可能である。

臭気成分の除去は次のような反応が考えられる。

$$\text{RX} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{RS} + \text{H}_2\text{X}$$

$$\text{RX} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{R}^+ + (\text{NH}_4)\text{X}$$

$$\text{R}^+ + \text{NH}_3 \rightarrow \text{RNH}_2$$

4群はスクラバー用に使用するもので泡立ちを少なくしている。30～150倍希釈した液はホモキサー5,000r.p.m.でほとんど泡立つことはなく、除去を主とした製品である。本剤の液性は中性と酸性とが

-337-

り、酸性の場合には鉄製のスクラバーには使用しない。

5群は粉体やソリッドタイプのものがある。使用目的や消臭目的に応じて使い分けを行っている。

1) エルパウダー

感覚的の中和作用を目的とする粉体タイプの消臭剤で主として散布に使用する。

2) L-NSK

除去剤＋物理吸着剤＋天然有機物などを配合しており、化学的、物理的脱臭を目的として、主として散布して使用する。

3) エアーサーバーゲル

感覚的の中和作用を目的とする発散タイプのソリッドで主として病院、老人ホームや家庭用に使用する。

4. 4 エアーサーバーL剤の使用法

以上述べてきたように、エアーサーバーL剤はその使用目的、使用場所により、安全性も配慮した物となっており安心して使用できるものである。もともとこうした、消・脱臭剤の利用方法は種々のものが考えられ臭気の発生源の状況に応じ次のものが考えられている。

1) 噴霧法

本法は噴霧粒子径を出来る限り小さくし消臭剤を気化させ感覚的の中和を目的とする方法で一流体方式と二流体方式がある。

ここでは1群の消臭剤を使用する、一流体噴霧方式を説明する。本方式は図-1に示すように特殊な噴霧ノズルで噴霧する方式で必要な機器は消臭剤タンク、液送ポンプ（カスケード型プランジャ型）、リリーフ弁（噴霧液の噴霧圧を設定する）、チャッキ弁（液の逆流防止用）、制御盤などからなっている。噴霧プロ

図-1 一流体噴霧方式

グラムは制御盤により自動化できる。

また、二流体方式のノズルは自動液止式でエアープがなくなれば液が自動的に噴霧しくなり、液垂れを防止できる。設置本数は臭気濃度、屋内外などの広さなどにより異なるが約50㎡に1本が標準である。実際の運転は空気圧を4kg/㎡に設定し制御盤には時刻タイマーを入れ任意の時間に噴霧可能で1本当りの噴霧量は標準100ml/分で勿論その状況に応じて可変できる。(10～200ml/min)

2) 気化法

事務所などの作業室内の臭気に対して臭気中和させるもので、強制発散方式と自然発散方式とがあり、ゲル状のタイプにしたものもある。

3) 散布法

主に固体状の悪臭源に直接散布し消臭する方法でゴミの堆積場や、養豚場、ケーキホッパー室などに使用されている。

4) 点滴法

消臭剤を点滴装置で、わずかず滴下してゆき消臭する方法で主として被体が液体であることが多い。

5. 消臭剤の効果判定方法の一例（図-2）

臭いの判定・評価方法は一般的に多くの方法が考えられている。しかし消・脱臭剤の効果の判定法は確立されているものは少なく、原理、種類、形状、などによりもっとも適したものを選ぶべきである。我々は感覚的の中和効果の判定法としてつぎの様な方法を採用し、

図-2 効果判定法ブロック図

対照の悪臭ガスに対しどの種のエアースーパーL剤が適しているかの適合試験にも応用している。

基本的判定法は、

1) 液体の場合

- (1) 1ℓ ポリエステルバッグ (商標フレックサンプラー) に標準臭気を封入する。
- (2) 三点比較式臭気袋 (3ℓ) に無臭空気を封入したものを4枚用意する。
- (3) (2)の2個に3ℓの悪臭を消臭するのに必要な量の消臭剤原液を注入し気化させる。
- (4) (2)の1個に3ℓの悪臭を消臭するのに必要な量の有効成分抜き消臭剤原液を注入し気化させる。
- (5) (2)の1個に臭気強度4に相当する量の標準臭気を注入する。
- (6) (3)の1個に(5)で用いた同量の標準臭気を注入する。
- (7) (4)に(5)で用いた同量の標準臭気を注入する。
- (8) (3), (5), (6), (7)について、臭気濃度、臭気強度、快・不快度を測定する。

2) ゲル状の場合

- (1) 5ℓのポリエステルバッグに標準臭気を封入する。
- (2) 500mlのビーカーに10ℓの悪臭を消臭するに必要な量の消臭剤を入れたものを10ℓのバッグに入れ封入する。これを2組用意し、無臭空気で満たんにする。
- (3) (2)の1個に臭気強度4に相当する量の標準臭気を入れる。
- (4) 10ℓのバッグをもう1枚用意し無臭空気で満たんにし、(3)で用いた同量の標準臭気を注入する。

また実際我々が種々の現場の悪臭ガスを用いて行うテストの方法をまとめると表2のようになる。

この様な種々のケースを考え消臭剤がどの程度効果があるかを主として感覚測定で行っている。

6. お わ り に

消・脱臭剤とくに感覚的中和剤は経験的に使用されてきたが最近その分析やメカニズムのモデル化を試みて解明の糸口をつかもうとしている。さらに効果判定法の標準化も行われており、消・脱臭剤の関心の高さ

表2 用途別判定法

用 法	試 験 法
噴 霧	① 三点比較式臭袋 (3ℓ) に悪臭を封入する。 ② 次いで、希釈したL剤を12μℓ注入し、一夜放置、又は、ドライヤーで気化させる。 ③ ①、②について臭気濃度、臭気強度、快不快度を測定する。
散 布 or (添加)	① 300ml ビーカーにケーキ又は原臭原液を100g入れ、10ℓ 固形物用フレックサンプラーに封入し、無臭空気を注入して、10ℓとし、一夜放置する。 ② 300ml ビーカーにケーキ又は原臭原液を100g及びL剤を入れ、フレックサンプラーに封入し、無臭空気を注入して、一夜放置する。 ③ ①、②について臭気濃度、臭気強度、快不快度、機器分析を行う。
スクラバー	① 実験用スクラバーに充填剤を入れる。ガス速度0.3～1 m/sec, 3 sec に接触になるように設定する。 ② 液ガス比0.3～5 ℓ/m ³ に設定する。 ③ 悪臭ガスを①、②の条件で1分間流した後、サンプリングを行う。 ④ 悪臭原臭と③のサンプリング臭気の臭気濃度、臭気強度、快不快度、機器分析を行う。

を示すものである。

市場には多くの種類のものが出回っているが安全で効果のあるものを目指して行く義務があると考えており今後も努力して行きたい。

参 考 文 献

- 1) 西田耕之助、東高志；植物精油のS系悪臭に対する効果、PPM 15(7), 1984
- 2) 重田芳廣；環境における消臭・脱臭剤の現状と将来、フレグランスジャーナルNo.72, 1985
- 3) 奥田治；香料化学総覧1, 広川書店, 1980
- 4) 須賀恭一、渡辺昭次；香料の化学, 講談社, 1972
- 5) 環境庁大気保全局特殊公害課監修；においの用語と解説, 臭気対策研究協会, 1990