

「悪臭に関わる苦情への対応」

編集 公害等調整委員会事務局

この資料は、公益社団法人におい・かおり環境協会 岩崎好陽前会長※に執筆いただき、公害等調整委員会が発行している機関誌「ちょうせい」の第 83 号（平成 27 年 11 月）から第 85 号（平成 28 年 5 月）に掲載したシリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」全 3 回に、今般、公益社団法人におい・かおり環境協会 福山丈二副会長に執筆いただき、特集号として 1 冊にまとめたものです（岩崎先生の執筆で 4 回シリーズで「ちょうせい」に掲載予定でしたが、平成 28 年 6 月 28 日、岩崎先生がご逝去されたため、3 回で掲載終了となったもの）。

※）平成 28 年 3 月 30 日付、公益社団法人におい・かおり環境協会会長を退任

シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

目次

第1回	においの特徴と悪臭公害の現状	1
	公益社団法人におい・かおり環境協会 会長 岩崎好陽	
第2回	悪臭の測定方法	13
	公益社団法人におい・かおり環境協会 会長 岩崎好陽	
第3回	悪臭の対策技術（脱臭装置に頼らない対策）	25
	公益社団法人におい・かおり環境協会 前会長 岩崎好陽	
第4回	各種脱臭対策の特徴	35
	公益社団法人におい・かおり環境協会 副会長 福山丈二	

シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

－第1回 においの特徴と悪臭公害の現状－

シリーズの連載にあたって

地方公共団体に寄せられる公害苦情相談に対応する担当者向け資料として、本誌第 65 号から全 8 回にわたりシリーズ「騒音に関わる苦情とその解決方法」を、第 73 号から全 8 回にわたり「振動に関わる苦情への対応」を掲載しました。

今回は、悪臭に関する資料として、公益社団法人におい・かおり環境協会 岩崎好陽会長にシリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」として全 4 回にわたり、執筆いただきます。

○シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

－第 1 回 においの特徴と悪臭公害の現状－

公益社団法人におい・かおり環境協会
会長 岩崎 好陽

1. はじめに

大昔、文明が発達していなかった時代には、人間にとって嗅覚は、最も重要な器官であったが、現代人はあまり嗅覚を使わなくなったといわれている。しかし、現在でも私たちにとって嗅覚は重要な器官であることは間違いない。ガス漏れを鼻で検知することにより、未然に事故を防ぐこともできる。また、近隣の事業所などからの悪臭を感じ、日常生活に影響が及ぶ場合には、当該事業所や所管の行政に悪臭苦情として改善を求めることになる。

この悪臭公害は、騒音・振動公害と並んで感覚公害の一つである。騒音・振動公害がその発生メカニズム、計測関係、対策手法などについて比較的科学的知見が豊富なのに対して、悪臭公害は残念ではあるが、現状では科学的知見は少ない。そのため、各地の悪臭公害の現場では、地方自治体の担当者の対応が難しく、解決に苦しむことも多い。

この悪臭公害に取り組むうえで、まず基本となる「におい」の特徴を理解することが必要である。そのため、ここではにおいの特徴を比較的わかりやすく解説した。さらに、悪臭公害の原点でもある悪臭苦情の現状と悪臭規制の法体系についても記載した。

2. においの特徴

2-1 においは低濃度多成分の混合体

まず、悪臭公害の基本である「におい」の特徴を記載したい。においとか香りとかは、いったいどういうものなのであろうか。においの中身を、ガスクロマトグラフィーなど最新の分析機器で調べてみると、においは沢山の化合物（におい分子）で構成されていることがわかる。

化合物とは、アンモニアであるとか、硫化水素、トルエンなどの物質であり、それらは単独でも特有のにおいを持っている。アンモニアはつんとする刺激臭がするし、硫化水素はゆで卵のにおいがする。また、トルエンはシンナーのようなにおいがする。においのある化合物をにおい分子ともいう。私たちが普段嗅いでいるにおいとは、図-1に示すように、それらの化合物が何十種類も、何百種類もが混じった混合体であることがわかる。

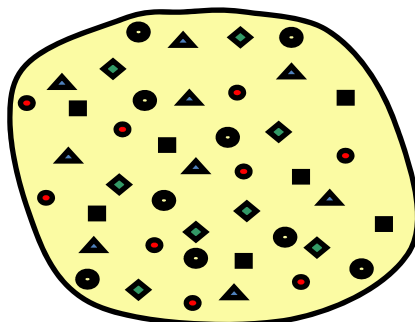


図-1 においは多成分の混合体

現在、地上に存在する約 200 万種類といわれる化合物のうち、約 40 万種類の化合物はにおいを持っているといわれている。焼き肉のにおいでも、タバコのにおいでも、花の香りでも、私たちが日常生活で嗅いでいるにおいは、これらの化合物が数十種類、数百種類集まった混合物といえる。単一の化学物質で構成されているにおいは、私たちの身の回りではほとんどない。学校の理科室で嗅ぐ試薬のにおいか、工場で使う薬品臭ぐらいのものかもしれない。

現在問題になっている悪臭公害の現場のにおいも、当然多成分の混合体である。このにおいの大きな特徴は、においの測定法の難しさにつながるのであるが、その測定方法については次回に記載することにする。

2-2 人間は低濃度でもにおい分子のにおいを感じる

次の特徴は、人間の鼻は、非常に薄い濃度でも感じる点である。もちろん犬にはかなわないが、最新の高感度の分析機器と比較しても、負けることはない。アミルメルカプタンという化合物はいわゆる強烈なにおい物質の一つであるが、その濃度が 0.00000078ppm でも、人間はにおいを感じることができるといわれている。ppm という単位は 100 万分の 1 ということであるから、言い換えれば、あのプロ野球で有名な東京ドーム（容積約 124 万 m³）内にアミルメルカプタンをガスでわずか数 cc 程度まいただけで、ドーム内がおってしまうのである。

アミルメルカプタンは極端な例であるが、これだけ薄い濃度でも人間はにおいをわずかにも感じる点である。そのため、人間の鼻は、ガスクロマトグラフィーなど最新の分析機器よりも高感度に、においを検出することができる。

ここではアミルメルカプタンを例に挙げたが、それ以外にカビ臭であるジオスミン、糞便臭であるスカトール、魚の腐敗臭といわれているトリメチルアミンなども非常に薄い濃度でも人間の鼻は感じる点である。

どのような化合物が強いにおいを持っているかについては、確定した理論はないが、一般的には分子内に硫黄 (S) を含んでいる化合物、窒素 (N) を含んでいる化合物、アルデヒド基を持っている化合物が、においが強く、薄い濃度でもにおいを感じることができるといえる。

人間が感じる濃度の詳細については、後章に記載するとして、ここでは人間の嗅覚は比較的感度が良いことだけを述べておこう。

2-3 幅広い濃度幅を嗅げる人間の鼻

人間とにおい物質との関わりで、もう一つにおいの特徴を記載しておかなくてはならない。この特徴とは、においを感じる人間の感覚量はにおい物質の濃度の対数に比例するというものである。概念的には、におい物質の濃度が 10 倍になっても、人間の感覚では、10 倍には感じず、せいぜい 2 倍程度にしか感じないという特徴である。

この刺激量と感覚量との関係は、においに関して成り立つだけでなく、音や振動に関しても成り立つ。人間が感じる音の程度 (dB) は音の圧力 (音圧) の対数に比例する。

この概念を図示したのが図-2 である。この特徴は、人間にとって優れた機能ともいえる。すなわち、極低濃度から高濃度まで幅広いレンジで嗅ぎ分けることができるということである。その反面、人間の嗅覚は、微妙な濃度差を識別するのは難しい。先に記載したように人間の嗅覚は感度が高く、におい分子によっては ppb 以下の嗅覚閾値 (きゅうかくいきち: においを感じ始める濃度) のものも少なくない。

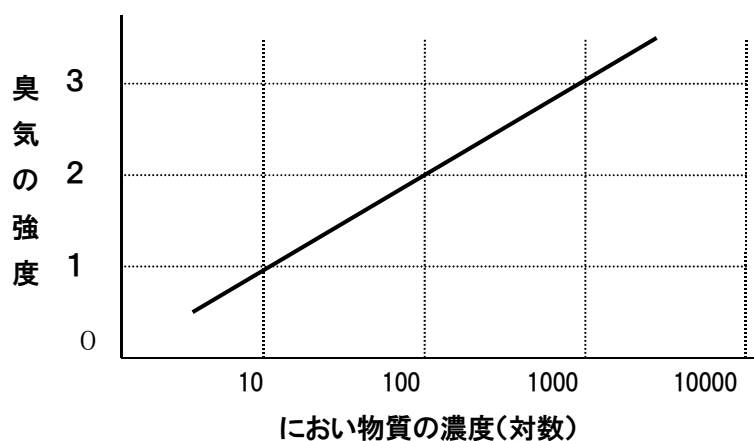


図-2 におい物質の濃度と感覚量の関係

このようなにおい分子がその 1,000 倍以上の濃度である ppm 以上の濃度で存在すると、もしにおい分子の濃度と感覚量との関係が直線的であれば (比例の関係であれば)、感覚量は非常に大きな値になってしまい、人間の鼻は壊れてしまう。人間の嗅覚は、幅広い濃度幅を嗅げるように、濃度の変化を多少弱めて感じるようにし、感じる濃度幅を広げているのである。

この特徴は非常に重要で、人間の嗅覚は極低濃度から高濃度までバランス良く嗅ぐことができることを意味している。この特徴は嗅覚のみに関して成り立つだけでなく、音を感じる

聴覚など他の感覚にも共通する特徴である。

2-4 人間の嗅力

ここでは日本人の嗅力について簡単に記載する。具体的には、嗅覚の異常な人はどの程度いるのか、また飛び抜けて鼻の良い人は存在するのか、さらに日本人と海外の人とに差はあるのか、などである。

この検査は、パネル選定用基準臭液を用いて行われた。その結果¹⁾、日本人 500 人余りの被験者の結果は概念図である図-3のように、二山形になる。

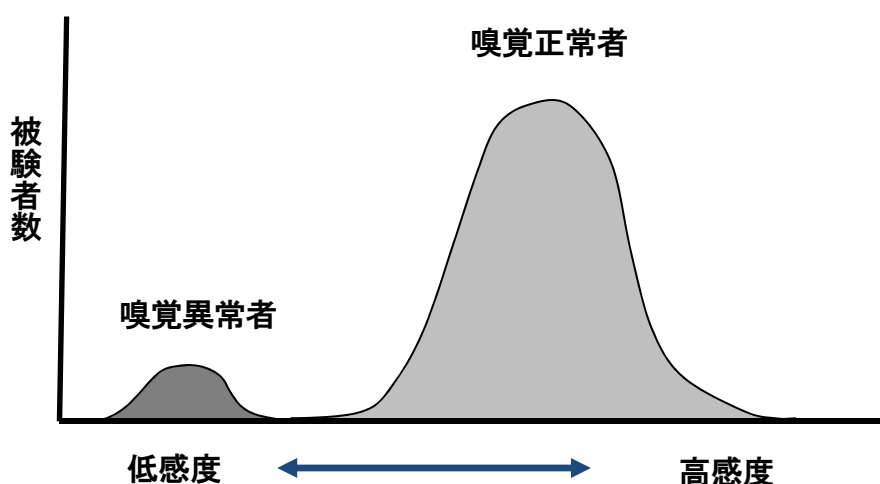


図-3 日本人の嗅力分布

すなわち、被験者のうち、ほぼ 95%程度が嗅覚正常者であり、残りの 5%程度が嗅覚の異常者が存在する。嗅覚が異常になる原因としては、蓄膿症などの鼻の障害の経験者、交通事故のむち打ちの経験者などである。

また、嗅覚正常者の分布の右側に極端に嗅力の高いピークはない。すなわち人間においては、犬とはいわないまでも極端に嗅力の優れている人の分布はみられない。悪臭公害の被害者においては、私は嗅力が優れていて、人が感じない濃度でも感じるといわれる方もいらっしゃるが、実験データからは、確認できてはいない。

また、年齢と嗅力との関係は、年齢が 40 歳以上になると、徐々に嗅力の低下傾向がみられる。

さらに、嗅力の男女差については、平均的には女性の方が多少嗅力は優れているが、におい質によっては、男性が優れている物質も存在する。

以上が日本人の嗅覚の特徴であるが、欧米人との比較も行われており、あまり差がないことが報告²⁾されている。

2-5 化学物質がにおい始める濃度（現代人にも残っている大昔の嗅力）

先にも述べたように、においはそれぞれ固有のにおいを持った化合物の集まりである。その個々の化合物のにおいを人間が感じ始める最小の濃度が、世界の研究者によって求められている。このにおいを感じる最小の濃度のことを嗅覚閾値あるいは嗅覚閾値濃度という。世界的に最も信頼できる嗅覚閾値のデータは日本環境衛生センターの永田好男氏により求められ、1988年に報告されている³⁾。永田氏は、後述する三点比較式臭袋法という測定方法により223種類の化学物質の嗅覚閾値を測定している。その結果を表-1に記載した。悪臭問題に取り組む場合、この嗅覚閾値データは度々使われる。その意味もありここに記載した。

表-1の嗅覚閾値のデータをみると、化学物質の種類により嗅覚閾値の値が大きく異なっていることが分かる。その中で、嗅覚閾値が低濃度の物質は、薄いにおいでも人間が感じるにおいであり、人間にとって鋭敏なにおいといえる。これらのデータから非常に面白いことがわかる。表-1の中の嗅覚閾値が低濃度の化学物質、すなわち人間にとって敏感なにおいとは、どれも大昔に人間が生きていくために、必要なにおいであったといえる。

例えば、表-1の中の嗅覚閾値が低濃度の物質は、アルデヒド類、メルカプタン類、アミン類、ジオスミン、スカトールなどだが、アルデヒドはいわば焦げ臭に代表といわれるにおいであり、大昔の人々にとっては山火事が発生したとき、このにおいに早く気が付き、逃げなくてはならなかったのである。また、メルカプタン類は腐敗した食べ物から発散するにおいであり、消費期限が記載されていなかった大昔には、食べ物が腐っているかどうかは自分の鼻でくくん嗅ぎ分けなくてはならなかった。アミン類は魚の腐敗臭であり、ジオスミンはカビ臭である。スカトールは糞便臭であり、狩猟の際には人間はこのにおいを検知し、動物を追いかけたのである。このように現代の人間においても、人間が生きていくために必要な嗅覚の能力の余韻を残しているとみることできる。

これに対し、表-1の中のベンゼン（嗅覚閾値2.7ppm）、アセトン（嗅覚閾値42ppm）などは比較的嗅覚閾値が高い化学物質である。言い換えれば、人間にとっては濃度が高くなければ感じない物質であり、感度が低い物質である。大昔の人間は、石油が噴出していた地域の人は別として、ベンゼンやアセトンなどの石油系のにおいなど嗅いだことはなかった。このような化学物質に感度が低いのは当然である。このように、人間の嗅覚は、大昔の人間の生活の影響を現在においてもまだ残しているといえる。

永田氏が何年もかけて実験をし、発表されたこのデータは、環境問題におけるにおいの研究を進める上で最も重要な基本データであり、においの問題を科学的に取り扱うことを可能にした突破口になるものである。具体的にはこのデータは、悪臭を発生させている事業所を特定する場合、また悪臭除去装置を選定する場合などに必要となる。

表一 1 におい物質の嗅覚閾値濃度

日本環境衛生センター 永田氏の文献より

臭気物質	嗅覚閾値 ppm	臭気物質	嗅覚閾値 ppm	臭気物質	嗅覚閾値 ppm
ホルムアルデヒド	0.5	アンモニア	1.5	β-ヒネン	0.033
アセトアルデヒド	0.0015	メチルアミン	0.035	リモネン	0.038
プロピオンアルデヒド	0.001	エチルアミン	0.046	メチルシクロヘキサン	1.7
n-ブチルアルデヒド	0.00067	n-プロピルアミン	0.061	シクロヘキサノール	2.5
イソブチルアルデヒド	0.00035	イソプロピルアミン	0.025	メチルシクロヘキサノール	0.15
n-パルミチルアルデヒド	0.00041	n-ブチルアミン	0.17	ギ酸メチル	130
イソパルミチルアルデヒド	0.0001	イソブチルアミン	0.0015	ギ酸エチル	2.7
n-ヘキシルアルデヒド	0.00028	Sec-ブチルアミン	0.17	ギ酸n-プロピル	0.96
n-ヘプタールアルデヒド	0.00018	tert-ブチルアミン	0.17	ギ酸イソプロピル	0.29
n-オクタールアルデヒド	0.00001	シメチルアミン	0.033	ギ酸n-ブチル	0.087
n-ノニールアルデヒド	0.00034	シエチルアミン	0.048	ギ酸イソブチル	0.49
n-デシルアルデヒド	0.0004	トリメチルアミン	0.00032	酢酸メチル	1.7
アクロレイン	0.0036	トリエチルアミン	0.0054	酢酸エチル	0.87
メタアクロレイン	0.0085	アセトニトリル	13	酢酸n-プロピル	0.24
クロトンアルデヒド	0.023	アクリロニトリル	8.8	酢酸イソプロピル	0.16
メチルアルコール	33	メタアクリロニトリル	3	酢酸n-ブチル	0.016
エチルアルコール	0.52	ピリジン	0.063	酢酸イソブチル	0.008
n-プロピルアルコール	0.094	インドール	0.0003	酢酸sec-ブチル	0.0024
イソプロピルアルコール	26	スクアール	0.000056	酢酸tert-ブチル	0.071
n-ブチルアルコール	0.038	エチル-α-トルイジン	0.026	酢酸n-ヘキシル	0.0018
イソブチルアルコール	0.011	プロパン	1500	プロピオン酸メチル	0.098
sec-ブチルアルコール	0.22	n-ブタン	1200	プロピオン酸エチル	0.007
Tert-ブチルアルコール	4, 5	n-ペンタン	1.4	プロピオン酸n-プロピル	0.058
n-アミルアルコール	0.1	イソペンタン	1.3	プロピオン酸イソプロピル	0.0041
イソアミルアルコール	0.0017	n-ヘキサン	1.5	プロピオン酸n-ブチル	0.036
sec-アミルアルコール	0.29	イソヘキサン	7	プロピオン酸イソブチル	0.02
Tert-アミルアルコール	0.088	3-メチルペンタン	8.9	n-酪酸メチル	0.0071
n-ヘキシルアルコール	0.006	2, 2-ジメチルペンタン	20	イソ酪酸メチル	0.0019
n-ヘプタールアルコール	0.0048	2, 3-ジメチルペンタン	0.42	n-酪酸エチル	0.0004
n-オクタールアルコール	0.0027	n-ヘプタン	0.67	イソ酪酸エチル	0.00022
イソオクタールアルコール	0.0093	イソヘプタン	0.42	n-酪酸n-プロピル	0.011
n-ノニールアルコール	0.0009	3-メチルヘキサン	0.84	n-酪酸イソプロピル	0.0062
n-デシルアルコール	0.00077	3-エチルペンタン	0.37	イソ酪酸n-ブチル	0.002
2-エトキシエタノール	0.58	2, 2-ジメチルペンタン	38	イソ酪酸イソブチル	0.035
2-n-ブトキシエタノール	0.043	2, 3-ジメチルペンタン	4.5	n-酪酸n-ブチル	0.0048
1-ブトキシ 2-プロパノール	0.16	2, 4-ジメチルペンタン	0.94	n-酪酸イソブチル	0.0016
フェノール	0.0056	n-オクタン	1.7	イソ酪酸n-ブチル	0.022
o-クレゾール	0.00028	イソオクタン	0.11	イソ酪酸イソブチル	0.076
m-クレゾール	0.0001	3-メチルペンタン	1.5	n-吉草酸メチル	0.0022
p-クレゾール	0.000054	4-メチルペンタン	1.7	イソ吉草酸メチル	0.0022
ジオスミン	0.0000065	2, 2, 4-トリメチルペンタン	0.67	n-吉草酸エチル	0.00011
酢酸	0.006	2, 2, 5-トリメチルヘキサン	0.9	イソ吉草酸エチル	0.000013
プロピオン酸	0.0057	n-ノナン	2.2	n-吉草酸n-プロピル	0.0023
n-酪酸	0.00019	n-デカン	0.87	イソ吉草酸n-プロピル	0.000056
イソ酪酸	0.0015	n-ドデカン	0.11	イソ吉草酸n-ブチル	0.012
n-吉草酸	0.000037	プロピレン	13	イソ吉草酸イソブチル	0.0052
イソ吉草酸	0.000078	1-ブテン	0.36	アクリル酸メチル	0.0035
n-カプロン酸	0.0006	イソブテン	10	アクリル酸エチル	0.00026
イソカプロン酸	0.0004	1-ヘキセン	0.1	アクリル酸n-ブチル	0.00055
二酸化イソ	0.87	1-ヘキセン	0.14	アクリル酸イソブチル	0.0009
硫化カルボニル	0.055	1-ヘプテン	0.37	メタアクリル酸メチル	0.21
硫化水素	0.00041	1-オクテン	0.001	2-エトキシエチルアセテート	0.049

臭気物質	嗅覚閾値 ppm	臭気物質	嗅覚閾値 ppm	臭気物質	嗅覚閾値 ppm
硫化メチル	0.003	1-ノネン	0.00054	アセトン	42
メチルアルシルサルファイト ²	0.00014	1,3-ブタジエン	0.23	メチルエチルケトン	0.44
硫化エチル	0.000033	イソプレン	0.048	メチル n-プロピルケトン	0.028
硫化アリル	0.00022	ベンゼン	2.7	メチルイソプロピルケトン	0.5
二硫化炭素	0.21	トルエン	0.33	メチル n-ブチルケトン	0.024
二硫化メチル	0.0022	スチレン	0.035	メチルイソブチルケトン	0.17
二硫化エチル	0.002	エチルベンゼン	0.17	メチル sec-ブチルケトン	0.024
二硫化アリル	0.00022	o-キシレン	0.38	メチル tert-ブチルケトン	0.043
メチルメルカプタン	0.00007	m-キシレン	0.041	メチル n-アミルケトン	0.0068
エチルメルカプタン	0.0000087	p-キシレン	0.058	メチルイソアミルケトン	0.0021
n-プロピルメルカプタン	0.000013	n-プロピルベンゼン	0.0038	ジアセチル	0.00005
イソプロピルメルカプタン	0.000006	イソプロピルベンゼン	0.0084	オゾン	0.0032
n-ブチルメルカプタン	0.0000028	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.12	フラン	0.9
イソブチルメルカプタン	0.0000068	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.17	2,5-ジヒドロフラン	0.093
sec-ブチルメルカプタン	0.00003	o-エチルトルエン	0.074	塩素	0.049
Tert-ブチルメルカプタン	0.000029	m-エチルトルエン	0.018	ジクロロメタン	160
n-アミルメルカプタン	0.00000078	p-エチルトルエン	0.0083	クロロホルム	3.6
イソアミルメルカプタン	0.00000077	o-ジエチルベンゼン	0.0094	トリクロロエチレン	3.9
n-ヘキシルメルカプタン	0.000015	m-ジエチルベンゼン	0.07	四塩化炭素	406
チオフェン	0.00056	p-ジエチルベンゼン	0.00039	テトラクロロエチレン	0.77
テトラヒドロチオフェン	0.00062	n-ブチルベンゼン	0.0085		
二酸化窒素	0.12	α-ピネン	0.018		

3. 悪臭公害の実態

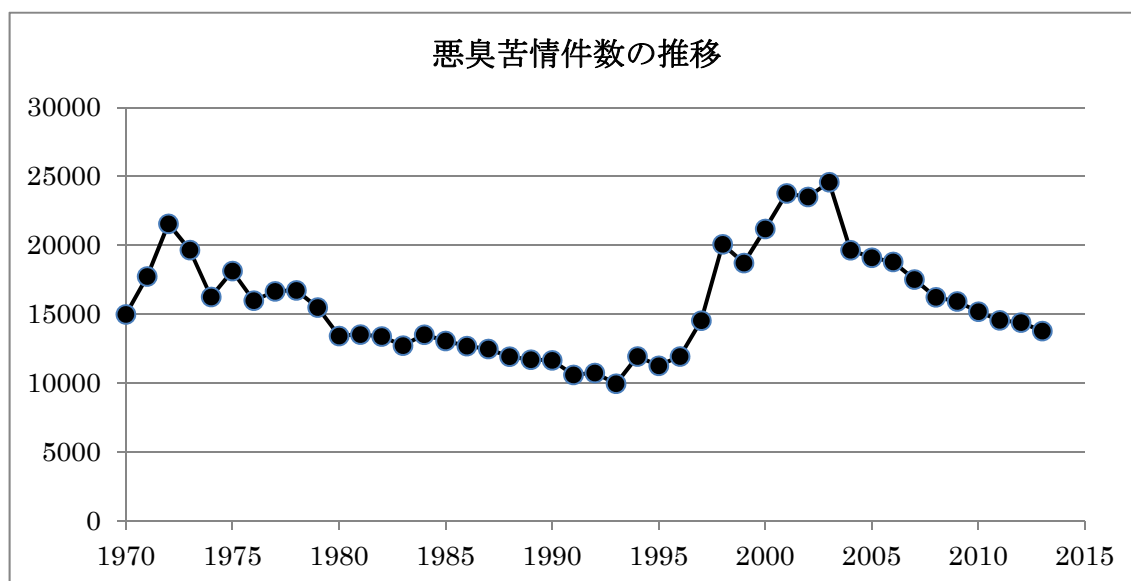
前節では、悪臭問題の基本である「におい」の特徴について記載したが、ここでは悪臭の被害の実態について記載したい。悪臭の被害の実態は毎年環境省⁴⁾によりまとめられている。

悪臭苦情の内容が全国レベルで取りまとめられ、公表されている国は比較的少なく、韓国で一部出されているが、世界でもほとんど公表されていない。

3-1 悪臭苦情件数の推移

悪臭公害は、大気汚染、水質汚濁、騒音などと並んで、重要な環境問題となっている。悪臭問題は、近隣で悪臭の影響を受けている住民、悪臭の発生源となっている事業者、苦情処理を担当する地方自治体の職員にとっては、悩みの多い重要な問題である。

図-4に悪臭による苦情件数の経年的な推移を示した。



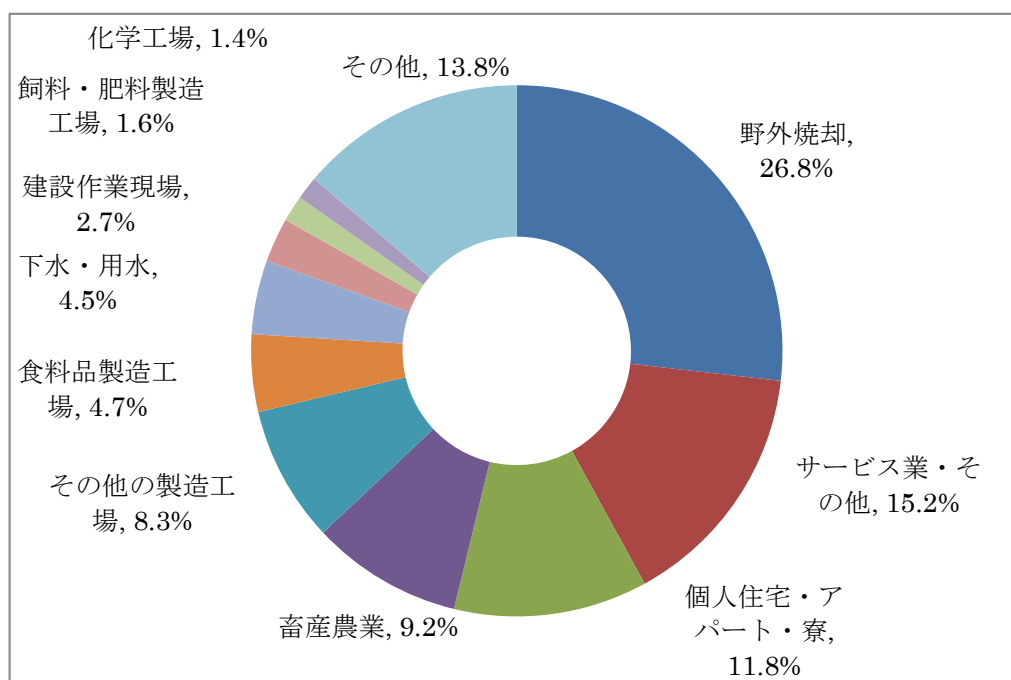
図－4 悪臭苦情件数の推移

悪臭苦情件数は1972年度に年間20,000件を超えたが、1971年の悪臭防止法の制定により悪臭苦情件数も1993年頃までは徐々に減少してきた。この期間、悪臭苦情件数が減少してきた理由は、悪臭を発生させてきた事業所が悪臭低減に努力してきたこと、また事業所を指導してきた地方自治体の担当者の努力も見逃せない。

しかし、図－4からもわかるとおり、1997年度頃から悪臭苦情件数は増加傾向を示し始める。この主な原因は、野焼きなど焼却関係を原因とする悪臭苦情が急激に増加したことによる。焼却に伴うダイオキシン類の発生を特に周辺住民が心配したためと思う。2004年度以降、ダイオキシン問題は多少冷めた感があるが、それでも10,000件をかなり超える悪臭苦情件数がある。2013年度、国内での悪臭苦情の合計は13,792件であった³⁾。

3-2 あらゆる工場が悪臭発生源

次に、どのような工場、事業所が悪臭苦情の対象となっているかについてみてみよう。2013年度の悪臭苦情の内容³⁾を調べると、図－5のようになる。この図からもわかるとおり、苦情の対象となる工場はありとあらゆる工場が対象になっている。



図－5 悪臭苦情件数の内容（2013年度）

図－5からも分かるように、2013年度のデータをみると、苦情件数の多いのは、「野外焼却」、「サービス業・その他」、「個人住宅・アパート・寮」、「畜産農業」の順になっている。

「畜産農業」は1970年代と比較して、近年これらの施設数は減少傾向であるが、その規模は反対に大きくなっており、近年また各地で悪臭問題を発生させており、対策が急がれている業種である。「畜産農業」は動物からの糞尿、及び糞尿から作られる堆肥製造過程が主な悪臭発生源である。

また硫黄系などの悪臭成分が問題となる製紙工場、石油精製工場、し尿処理場、下水処理場など比較的規模の大きな事業所は、過去においては大きな悪臭発生源であったが、近年においては悪臭対策が進み、以前と比較するとかなり改善されてきた。

比較的大きな事業所においては、比較的資金的な余裕及び社会的な責任のため悪臭対策に取り組んできたという背景がある。それに対し、近年塗装工場、印刷工場、洗浄工場など比較的中小規模の事業所に対する悪臭苦情が問題となっている。塗装工場周辺では塗料からのシンナー臭が問題になるし、印刷工場でも同様にトルエンなどの溶剤臭が問題となっている。また、最近では、飲食店や自動車修理工場などの「サービス業・その他」、及び「個人住宅・アパート・寮」に対する苦情件数が増加している。特に、ラーメン屋、焼肉屋など飲食に関わる悪臭苦情は決して低減しておらず注意を要する。

悪臭防止法の規制対象にはならないが、「個人住宅・アパート・寮」については、FF暖房機、石油給湯器などの排気臭、ごみ置き場臭などが含まれている。近年では近隣の洗濯物からの柔軟剤の香りも、悪臭苦情の対象になることがある。

3-3 コーヒーの香りでも悪臭苦情

悪臭苦情の内容を詳細に調べてみると、ありとあらゆる事業所が苦情対象になっていることがわかる。一見快い香りと思われている、コーヒーの焙煎のにおい、ほうじ茶を煎るにおい、パンを焼く香ばしい香りも悪臭苦情の対象になっている。

これらの事業所に対して悪臭苦情が発生すると、行政の担当者が立ち入りすると、工場の経営者ないしは担当者は、「うちの工場では、快いにおいは出しているが、悪臭は出していない。」と反論することも多い。

一見、快いにおいであるコーヒーの香りが、なぜ悪臭の苦情対象になっているのかは、多くの人には不思議に思われるかもしれない。においに対する快・不快度は、においを嗅いでいる時間に大きく影響を受けるといわれている。短時間嗅いだときは快くても、長時間か嗅がされると不快になることもある。また、嗅がされる人の状況にも大きく依存する。

この問題を考えるとき、同じく感覚公害である騒音の場合と比較してみると納得ができる。すなわち、騒音苦情の中を調べてみると、一見快い音色であるピアニストが奏でる音楽でも、隣家で昼寝でもしようと思っている人にとっては騒音に感じ、騒音苦情になるのである。これが感覚公害の特徴でもあるし、難しさでもある。

4. 日本における悪臭規制の概要

現在日本においては、悪臭公害を低減するために作られた悪臭防止法⁵⁾がある。この法律は昭和46年に制定され、当初は、悪臭をにおいのある特定悪臭物質5種類で規定し、スタートした。すなわち、悪臭に含まれるアンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素、硫化メチル、トリメチルアミンの5種類の悪臭成分の濃度(ppm)を基準とし、規制対象の場所は事業所の敷地境界(第1号規制)及び排出口(第2号規制)で規制がなされた。その後、平成6年には、排出水の規制(第3号規制)が加えられた。悪臭をにおいのある5物質で規定し、5物質の濃度(ppm)で規制したのである。

その後、昭和51年に、二硫化メチル、アセトアルデヒド、スチレンの3物質が追加され、平成元年には、プロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸の4種類が追加された。さらに平成5年にはプロピオンアルデヒド、トルエンなどの炭化水素類の10種類の特定悪臭物質が追加された。現在表-2に示した22種類の特定悪臭物質と敷地境界における濃度を示した。

表一 2 22 種類の特特定臭物質の敷地境界線における規制基準

単位 ppm

特定悪臭物質	敷地境界濃度の範囲	特定悪臭物質	敷地境界濃度の範囲
アンモニア	1 ～ 5	イソバレルアルデヒド	0.003 ～ 0.01
メチルメルカプタン	0.002 ～ 0.01	イソブタノール	0.9 ～ 20
硫化水素	0.02 ～ 0.2	酢酸エチル	3 ～ 20
硫化メチル	0.01 ～ 0.2	メチルイソブチルケトン	1 ～ 6
二硫化メチル	0.009 ～ 0.1	トルエン	10 ～ 60
トリメチルアミン	0.005 ～ 0.07	スチレン	0.4 ～ 2
アセトアルデヒド	0.05 ～ 0.5	キシレン	1 ～ 5
プロピオンアルデヒド	0.05 ～ 0.5	プロピオン酸	0.03 ～ 0.2
ノルマルブチルアルデヒド	0.009 ～ 0.08	ノルマル酪酸	0.001 ～ 0.006
イソブチルアルデヒド	0.02 ～ 0.2	ノルマル吉草酸	0.0009 ～ 0.004
ノルマルバレルアルデヒド	0.009 ～ 0.05	イソ吉草酸	0.001 ～ 0.01

しかし、悪臭苦情の対象となるにおいては、本誌 2-1 で示したように、一般的に多成分の混合体（数十、数百成分）であることから、22 種類とはいえ、限られた特定悪臭物質の成分濃度の規制では被害の実態に合にくいという意見が法制定当初から出されていた。

また、実際に悪臭苦情のある事業所で、特定悪臭物質を測定すると、規制基準以内という結果も多かったことから、平成 7 年に悪臭防止法の中に、比較的悪臭被害の実態に近い結果が得られる嗅覚測定法（官能試験法ともいわれる）が導入された。嗅覚測定法とは人間の鼻で悪臭を測定するということであり、法体系としては画期的な方法である。

昭和 46 年に悪臭防止法が制定された当初から、嗅覚測定法を用いるべきという意見は多かったが、当時用いられていた嗅覚測定法は、ASTM 注射器法⁶⁾であり、この方法は日本でも広く用いられていたが、規制で用いる方法としては、あまりにも測定精度が悪かった。その後、この ASTM 注射器法を改良した新たな嗅覚測定法である三点比較式臭袋法⁷⁾が開発された。この三点比較式臭袋法は全国の地方自治体の条例ないしは要綱などで採用され、ある程度の効果を示していたことから、平成 7 年に悪臭防止法にも採用された背景がある。

以上のように現在の悪臭防止法では特定悪臭物質による成分濃度規制と、人間の鼻を用いる嗅覚測定法の二本立てになっている。また、規制対象になる測定場所は、悪臭を発生させる事業所の敷地境界、排出口、排出水の 3 か所である。

規制の手順としては、都道府県知事及び各市長は各地域内に悪臭を防止すべき規制地域を指定する。さらに地域の自然的・社会的状況を配慮し、規制地域内の事業所から発生する悪臭に対して規制基準を設定する。規制方法は臭気指数規制（嗅覚測定法による規制：詳しくは次回に解説する）を選択するか、特定悪臭物質による規制を選択することになる。

また、悪臭防止法では、全ての事業所が規制の対象になる。製紙工場、石油精製工場、清掃工場などの大工場から、ラーメン店、焼き肉店に至るまで、すべての事業所が規制の対象になる。

また、悪臭防止法以外に地方自治体によっては、条例ないしは指導要綱によって、悪臭対策を実施している場合もある。悪臭防止法に嗅覚測定法が導入された平成7年以降は、地方自治体独自の規制ないしは要綱を作成する自治体は少なくなっている。

嗅覚測定法という比較的厳しい評価尺度を採用していることにより、悪臭問題を抱える事業者が、地域における社会的信頼を保つため、積極的に悪臭対策に取り組んでいることも事実である。特にこのような視点からの取り組みにより大企業所の悪臭問題は近年少なくなっている。すなわち現在の嗅覚測定法を採用した悪臭防止法による規制手法はそれなりの効果は発揮しているといえる。

文献

- 1) 岩崎好陽、中浦久雄、谷川昇、石黒辰吉：悪臭官能試験に及ぼすパネルの影響、大気汚染学会誌、18, 156-163, 1983.
- 2) 岩崎好陽：においとかおりと環境、清水弘文堂、37-38、2010.
- 3) 永田好男、竹内教文：三点比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定、大気汚染学会講演要旨集、p528, 1988.
- 4) http://www.env.go.jp/air/akushu/H25akushu_gaiyo_.pdf
- 5) 公益社団法人におい・かおり環境協会：ハンドブック悪臭防止法六訂版、2012.
- 6) E. A. Fox, V. E. Gex： Procedure for Measuring Odor Concentration in Air and Gases, J. Air Poll. Control Assoc., 7, 1, 60-61. 1957.
- 7) 岩崎好陽、福島悠、中浦久雄、矢島恒広、石黒辰吉：大気汚染学会誌、13, 246-251, 1978.

シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

— 第2回 悪臭の測定方法 —

公益社団法人 におい・かおり環境協会
会長 岩崎 好陽

1. はじめに

においを客観的に評価しようとするとき、においの強さ（大きさ）を数値で表す。すなわち数量化しなくてはならないが、においを数量化するという事は非常に難しい。低濃度多成分の混合体であるにおいを、たった一つの数値（評価尺度）で表すことは非常に難しいことであり、どのような評価尺度を用いても、それぞれに一長一短があることは避けられない。そのため、それぞれの評価尺度の特徴を十分に認識し、数値化の目的に合った評価尺度により測定を行うことが必要である。

においの測定方法は、その目的によりいろいろな方法がある。ここでは一般的に環境の分野で使われるにおいの測定方法について述べたい。環境の分野では次のような場合、においの測定が必要になる。一つは煙突から排出される臭気を、どの程度の数値以下にするかという規制基準を設定する際には、においの測定が必要になる。また、脱臭装置の脱臭効率を算出する際にも、においの測定は必要になる。

においの測定方法は図-1に示すように、大きくは2つの方法に分けられる。1つはそのにおいを構成している化学物質に着目し、分析機器でその化学物質の濃度（ppm）を測定し表示する成分濃度表示法である。

もう1つは人間の嗅覚、すなわち鼻を用いて、においを数値化する嗅覚測定法である。人間の鼻を用いるため、一般的には不信感を持つ人も多いかもしれないが、世界的にはこの嗅覚測定法が広く用いられている。

すなわち、においは一般的に、固有のにおいを持つ化学物質が集まった多成分の混合体であるので、分析機器を用いた測定では、実際の感じ方とは異なった結果になってしまうため、悪臭の規制、指導には、日本はもとより世界の多くの国々においては、人間の鼻を用いる嗅覚測定法が広く使われている。

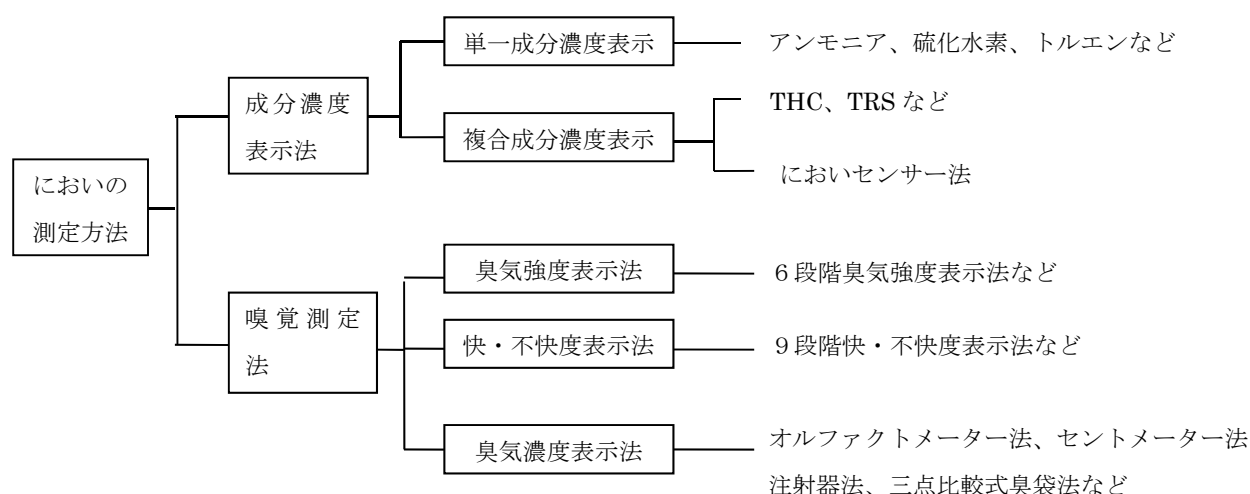


図-1 においの測定方法の一覧

2 嗅覚測定法

前章に示した通り、においの測定にはいろいろな方法がある。この中で世界的に最も信頼されている方法は、嗅覚測定法である。嗅覚測定法とは、官能試験法とも呼ばれ、人間の鼻（嗅覚）を用いて臭気を測定する方法である。日本が悪臭防止法を制定した昭和46年当時は、信頼できる嗅覚測定法が世界的にも存在していなかったため、アンモニアなど悪臭物質の濃度（ppm）を測定する成分濃度表示法を採用したが、平成7年に嗅覚測定法である三点比較式臭袋法を悪臭防止法に追加した。すなわち、現在の悪臭防止法¹⁾では、アンモニアなどの悪臭物質の濃度で規制する方法と、嗅覚測定法である三点比較式臭袋法の両方が測定方法として記載されている。

また、人間（パネル）の鼻を用いて臭気数量化する方法にも、いくつかの方法がある。ここでは具体的に臭気対策という観点から使われる臭気の数値化の方法について説明する。具体的には、においの強度に着目した「臭気強度表示法」、においの快・不快度に着目した「快・不快度表示法」、無臭になるまでの希釈倍数を測定する「臭気濃度表示法」について記載したい。

2-1 においの強さを測定する方法（臭気強度表示法）

まず臭気強度表示法は臭気の強さに着目して数値化する方法である。日本では、現在まで表-1に示す6段階臭気強度表示法が広く使われている。このほか4段階あるいは5段階臭気強度表示法などもある。パネル（においを嗅ぐ人）は、においを嗅いで、そのときに感じた強さの程度を下に記載したカテゴリーを基に数字で答える。具体的には、強く感じたら、「4」と答え、弱く感じるようであれば、「2」と答える。

この方法は、においを嗅いで、すぐその場で数値化できる利点は大きいですが、測定レンジの幅が狭いという欠点がある。また、この尺度は、においの強さの「程度」を測定するために、パネルによるばらつきが大きく、同じにおいを嗅いでも、人により「4」と回答する人もあれば「1」と回答する人もいる。

表-1 6段階臭気強度表示法

5 : 強烈なにおい
4 : 強いにおい
3 : 楽に感知できるにおい
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)
1 : やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)
0 : 無臭

このような臭気強度のばらつきを低減するために、臭気強度の標準物質を用意し、においを嗅ぐ人にその標準物質の濃度を嗅がせ、その濃度と比較して回答する方法が提案されている。ヨーロッパでは、臭気強度に対応する標準試料として、濃度の異なるn-ブタノール溶液を瓶に入れ、標準化を図っている。この方法をブタノール法という。パネルはこの標準物質の濃度を参考に回答することにより、人によるばらつきを少なくしている。

しかし、標準物質はあるものの、1種類のにおい質だけであり、測定レンジも狭い欠点もあり、悪臭防止法には採用されていないが、簡易な測定法としては使われている。

2-2 においの快・不快度を測定する方法（快・不快度表示法）

環境問題においては、においの強さより、においの不快性の方が重要な尺度になるという意見もある。このような観点から使われているのが、快・不快度表示法である。この尺度は、においの快・不快度に着目して数値化する方法であり、認容性表示法または嫌悪性表示法ともいわれる。日本においては、表-2に示す9段階快・不快度表示法が一部使われている。環境問題におけるにおいの数値化の方法としては、被害の実態を比較的表しやすいという点で、重要な評価尺度である。

表-2 9段階快・不快度表示法

+4	: 極端に快
+3	: 非常に快
+2	: 快
+1	: やや快
±0	: 快でも不快でもない
-1	: やや不快
-2	: 不快
-3	: 非常に不快
-4	: 極端に不快

しかし、この快・不快度表示法は、においを嗅いでいる時間の長さに測定結果が大きく影響を受けるため、客観性のある評価が難しい面がある。すなわち、臭気の種類によっては、短時間嗅いだときには、快いにおいであっても、長時間嗅がされると不快になることがある。例えば、行政に届けられる現実の悪臭の苦情の中には、コーヒーの焙煎、製パン関係等一見快い臭気が原因と思われるものも少なからず含まれている。このことが、においの問題を複雑で、何か取り扱いにくい問題にしており、この快・不快度表示法も悪臭防止法には採用されていない。

2-3 無臭に至るまでの希釈倍数を測定する方法（臭気濃度表示法）

次に、人間の鼻を用いる測定尺度として使われているのが、臭気濃度尺度である。この臭気濃度とは、その臭気（原臭）を無臭の清浄な空気は何倍に希釈したら、におわなくなるかを求めるものであり、丁度無臭になったときまでに要した希釈の倍数の数値が、臭気濃度である。すなわち、臭気濃度とは、単なる臭気の濃度という意味ではなく、1つの単位を表す。また臭気濃度はその定義から、臭質に関係なく周辺への臭気の到達距離に関係する尺度になるため、広範性表示ともいわれている。具体的には、臭気濃度3,000の臭気とは、丁度その臭気を清浄な無臭の空気ですべて3,000倍に希釈したときに始めてにおいが消える臭気のことである。

また、この臭気濃度を下記のように対数変換したものが臭気指数であり、臭気濃度に比べ人間の感覚に近い対応を示す尺度となっている。すなわち騒音におけるデシベル表示と同様の関係であるといえる。

$$Y \text{ (臭気指数)} = 10 \times \log X \text{ (臭気濃度)}$$

悪臭の規制または指導においては、この臭気濃度（臭気指数）表示法が日本においても諸外国においても採用され、世界的に広く使われている尺度である。

臭気強度及び快不快度表示法がにおいの「程度」を判断するのに対し、この臭気濃度尺度はにおいの「有無」を判断する。においの有無を判断の方が生活歴などに影響されにくいと、人によるばらつ

きが少ないといわれているが、臭気濃度の測定は臭気強度測定や快・不快度測定と比較して、測定時間が長く（30分程度必要）、多少手間が掛かる。

しかし、悪臭防止法など測定結果が重要な意味を持つ測定には、この臭気濃度（臭気指数）測定がなされる。

後述する三点比較式臭袋法、オルファクトメーター法、注射器法、セントメーター法等は、この臭気濃度を求めるための方法である。

2-3-1 三点比較式臭袋法

三点比較式臭袋法は、昭和47年に岩崎ら^{2)、3)}により開発された臭気濃度の測定方法である（図-3を参照）。従来日本で広く使われていた注射器法（2-3-3参照）の欠点である、①容量不足 ②吸着損失 ③準備の手間 ④客観性の不足等の欠点を除いた方法として考え出された。注射器法における注射器の代わりに、容積3リットルのバッグ（におい袋）を用い、上記の欠点を補っている。また、今までの注射器法は、1つの検体をパネルが嗅ぎ、においの有無を判定していたが、三点比較式臭袋法は三点比較法を採用している。すなわち、3個の袋のうち、2個の袋には無臭の空気を入れ、残りの1個の袋に所定の希釈倍数に希釈した試料を入れる。パネルはこれら3個の袋の中のおいを嗅ぎ、においがあると思われる袋の番号を回答する。回答が正解の場合には、更に希釈倍数を約3倍ずつ大きくし（薄くし）、同様の試験を実施する。この判定試験をパネルの回答が不正解になるまで実施する。希釈倍数が上がり、試料を入れた袋のおいが薄くなると、無臭の袋と区別が付きにくくなり、正解率は下がる。このように改良することにより、測定結果の精度、及び客観性が高くなっている。

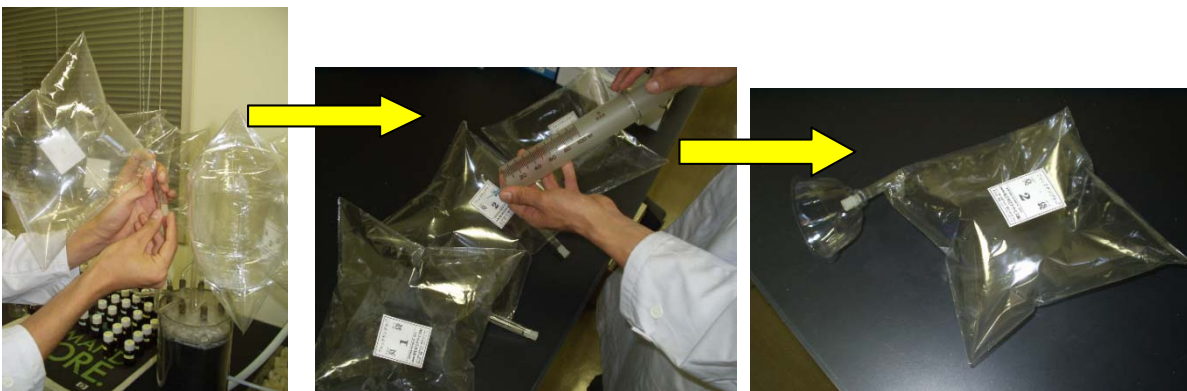


図-2 三点比較式臭袋法の試料調整

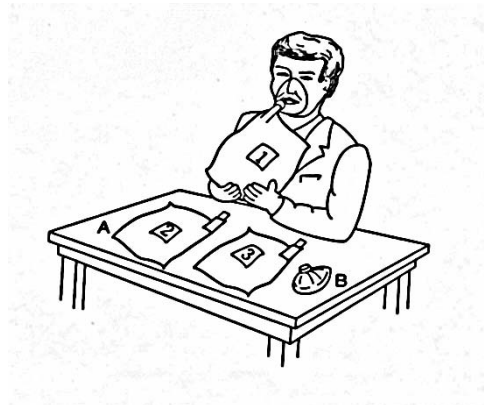


図-3 三点比較式臭袋法

この三点比較式臭袋法は、昭和 47 年に初めて発表されてから、主に地方自治体の条例ないし指導要綱に採用され、全国の地方自治体で広く悪臭の規制・指導に用いられた。平成 7 年に悪臭防止法にも採用され、現在国内で 1 年間に 1 万を超す試料の測定に用いられている。また、国内だけでなく韓国、中国などアジア諸国でも使われ始めている。

それでは簡単にこの測定法の手順について説明しよう。

三点比較式臭袋法には排出口における測定法と、環境臭気の測定法の 2 つがある。前者は比較的臭気濃度が高い場合の測定法であり、後者は逆に低濃度（臭気濃度 100 以下程度）に適した方法である。どちらの方法も 6 名以上のパネル（においを嗅ぐ人）で測定するのが原則である。

排出口から排出される臭気については、3 倍系列の下降法により実施される。例えば、希釈倍数は 30 倍からテストを開始し、この濃度で正解の場合には、更に 100 倍、300 倍、1,000 倍、と順次同様のテストを繰り返す。パネルが不正解になるまで続けられる。

各パネルごとに、正解である最も高い希釈倍数と不正解のときの希釈倍数との幾何平均値が各パネルの嗅覚閾値となる。パネル全員についてこの値を求め、そのうちの上下 2 つの値をカットし、残りを平均し、閾値となる希釈倍数を算出する。この値から臭気指数を算出する。

具体的な測定の計算事例を示そう。判定試験の結果、表 3 のようになったとする。すなわちパネル A から F までの 6 名で実施し、最初の希釈倍数は 100 倍希釈から実施した。100 倍希釈とは、におい袋の容積が 3 リットルであるから無臭空気を入れた袋に、試料を 30ml 注入したことになる。このように操作をすると、におい袋の中に 100 倍希釈の試料が作製される。パネル A の場合、100 倍希釈では、3 番のにおい袋に試料を注入し、残りの 1 番及び 2 番の袋には無臭空気のみを入れ、計 3 個の袋の中の空気を嗅いで、3 番がおったと回答したということになる。そのため回答は正解であるので、次の希釈倍数に進む。300 倍希釈、1,000 倍希釈でも正解の回答であったが、3,000 倍希釈では、試料を 3 番の袋に入れたが、回答は 1 番であったので不正解になり、パネルは試料を 3,000 倍に希釈すると、無臭の空気と区別ができなかったことになる。パネル A はこの試験を終了する。このパネル A の場合、3,000 倍で初めて不正解になっているので、1,000 倍と 3,000 倍の中間に閾値があると判定し、希釈倍数の対数値の中間値が個人閾値になる。

すなわち、パネル A の個人閾値は

$$(3.00 + 3.48) / 2 = 3.24$$

が個人閾値となる。

パネル 6 名について、同様の試験を実施し、個人閾値を計算すると 3.24 3.24 3.74 3.74 2.74 3.24 の 6 個の値が得られる。この中で最も大きな値 1 個 (3.74) と、最も小さな値 1 個 (2.74) とをカットし、残りの 4 個の値の平均を計算する。すなわち

$$(3.24 + 3.24 + 3.74 + 3.24) / 4 = 3.37$$

この結果、最終的な臭気指数は 上記の 3.37 を 10 倍し、臭気指数 = 34 となる。

また、臭気濃度は

$$\text{臭気濃度} = 10^{34/10} = 2,500$$

と計算される。すなわち、この臭気は 2,500 倍に無臭空気で希釈して丁度においが消える程度の臭気であることがわかる。

表－3 三点比較式臭袋法による集計用紙の一例

パネル	回数	1	2	3	4	5	6	7	パネル 個人閾値
	希釈倍数	30	100	300	1000	3000	10000	30000	
	対数値	1.48	2.00	2.48	3.00	3.48	4.00	4.48	
A	付臭番号		3	3	2	3			3.24
	回答番号		3	3	2	1			
	臭気強度		3	2	1	1			
	判定		○	○	○	×			
B	付臭番号		2	1	3	2			3.24
	回答番号		2	1	3	3			
	臭気強度		3	1	1	1			
	判定		○	○	○	×			
C	付臭番号		1	1	2	1	3		3.74 (カット)
	回答番号		1	1	2	1	2		
	臭気強度		3	2	2	1	1		
	判定		○	○	○	○	×		
D	付臭番号		1	2	3	3	1		3.74
	回答番号		1	2	3	3	2		
	臭気強度		3	3	2	1	1		
	判定		○	○	○	○	×		
E	付臭番号		3	3	1				2.74 (カット)
	回答番号		3	3	2				
	臭気強度		2	1	1				
	判定		○	○	×				
F	付臭番号		2	2	3	1			3.24
	回答番号		2	2	3	3			
	臭気強度		3	2	1	1			
	判定		○	○	○	×			

2-3-2 オルファクトメーター法

次に、三点比較式臭袋法と同じく臭気濃度を測定するオルファクトメーター法について説明しよう。臭気濃度は、実際の試料を希釈してパネルに嗅いでもらうが、この希釈作業を自動化したのがオルファクトメーター法である。測定の対象となる臭気の希釈を、電磁弁、キャピラリー、ニードルバルブなどにより、自動的に行う。パソコンを用い一定の希釈倍数に調整されたサンプルが供給できる仕組みになっているものもある。パネルは器械で希釈された吐出するサンプルを嗅ぎ、においの有無を判定する。

このオルファクトメーター法の装置は世界的には1960年代からにおいの研究者によって作られ始めた。日本でも1970年代に近江オドエアーサービス社により市販されたが、現在は市販されていない。

このオルファクトメーター法は、ヨーロッパを中心にアメリカでも使われている。欧米では最も広く使われている臭気濃度測定方法である。環境省は平成12年に、ヨーロッパ規格に適合したオルファクトメーターをオランダから1台購入し、東京都環境科学研究所において数年にわたり、三点比較式臭袋法との比較データを取った。比較データとは両方法の希釈精度、再現性、パネル選定試験の問題点などである。

オルファクトメーターの長所短所について述べると、まず長所についてはオペレータの手間が省けること、更におい袋などの消耗品の節約があげられる。これに対して短所としては、臭気の配管内での吸着のため、高倍率希釈の希釈精度が多少問題になること、及び装置が高価なことなどの問題である。また、この方法においては、希釈倍数は標準ガスを用いて確認しなくてはならない。低希釈倍数から高希釈倍数まで希釈精度を合わせることは難しい。

希釈倍数の校正用の標準ガスとしては、主に一酸化炭素などが用いられる。その結果、測定結果はほぼ同様の値が



図－4 オルファクトメーター法

とられていることが分かった。図-4に測定に用いたオルファクトメーター法の装置を示した。ヨーロッパの臭気測定の流れについては、Harreveld⁴⁾が詳細に記載しているので参照されたい。

2-3-3 その他の臭気濃度測定方法

現在はほとんど使われていないが、過去に使われていた方法について簡単に記載しておこう。

[注射器法]

注射器法は1957年にフォックス(Fox)ら⁵⁾により発表された臭気濃度の測定方法である。昭和40年代まで、臭気濃度測定方法として、日本で最も多く使われていた方法である。容積100mlのガラス製の注射器を用い、その中で臭気のある一定の倍率に希釈する。例えば、試料臭気を注射器の中に10ml吸引し、さらに残りの90mlは清浄な無臭の空気を吸引すると、注射筒の中で10倍に希釈されたサンプルが作成される。具体的には、図-5に示すように

- A：まず臭気濃度を測ろうとする試料を注射器に一定量採取する（通常採取量は10mlが多い）。
- B：つぎに、無臭で清浄な空気の中でこの注射器をいっぱい引き、試料を希釈する（通常は100mlまで引き10倍希釈を作成する）。この希釈された臭気をパネルが嗅ぎ、においの有無を判定する。においを感じられる場合には、つぎに示すようにさらに希釈倍数を上げて同じテストを行う。
- C：さらに高倍率のサンプルを作成するためには、もう一本の注射器を図のように接続する。
- D：そしてサンプルの入った左側の注射器を押し出して、一定量のサンプルを右側の注射器に移す（通常は10ml）。
- E：接続器具を外し、また無臭で清浄な空気の中でこの注射器をいっぱい引き、試料を希釈する（通常は100mlまで引き再度100倍希釈を作成する）。

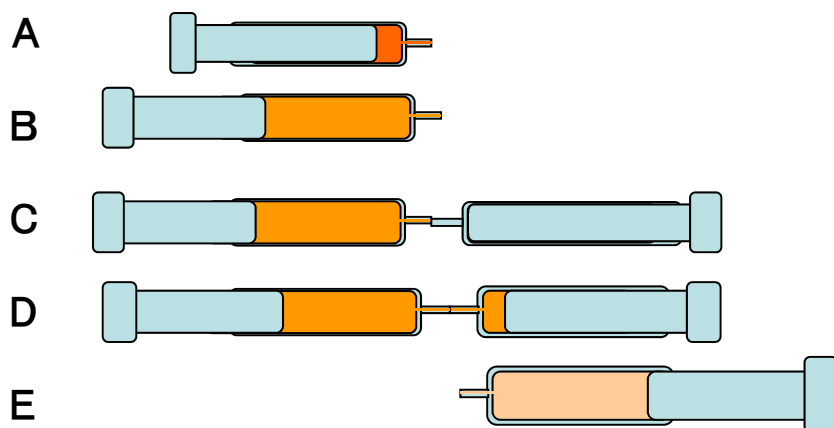


図-5 注射器法における希釈方法

この希釈された臭気（通算100倍希釈）をパネルが嗅ぎ、においの有無を判定する。更に、においを感じられる場合には、上記Cからの操作を繰り返す。

パネルはこのように調整された注射筒の先端を自分の鼻孔に入れ、自分の手で臭気を押し出し、においを嗅ぎ（図-6参照）、においの有無を判定する。この試験をにおいを感じられなくなるまで続ける。

この方法は、測定に要する経費も比較的少なく、手軽に測定できるメリットはあるが、注射器のスリ合わせの固有臭、容量不足、客観性の不足

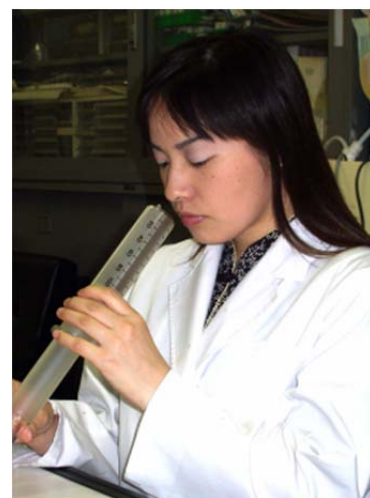


図-6 注射器法

等に問題があり、得られる測定値のばらつきは大きい。現在は世界的にもほとんど使われていない。

[セントメーター法]

セントメーター法は1960年にホイ(Huey)ら⁶⁾により提案された臭気濃度の測定方法である。セントメーターは図-7に示すように、大きさは5×6×2.5インチの箱型であり、上部と下部に1/2インチの丸い穴が開けられている。そこから入った臭気は活性炭槽を通して無臭になり、中心部に導かれる。(希釈用の無臭の空気となる。)

一方、図-7の左右側の部分にオリフィス(1/2 1/4 3/16 1/8 1/16 1/32インチ径の丸穴)が開けられており、そこから入った臭気はセントメーターの上部および下部より入った無臭化された空気によって希釈される。そのオリフィスの径を適当に選ぶことにより適切な希釈倍数を選ぶことができる。なお、オリフィスの径の数はセントメーターの種類により異なっている。

パネルは、においがする場所において、図-7の右側に取り付けられた鼻あてに鼻孔を押し付け、自分の力で吸い込み、においの有無を判断する。パネルがこのセントメーターを使用している状態を図-8に示した。

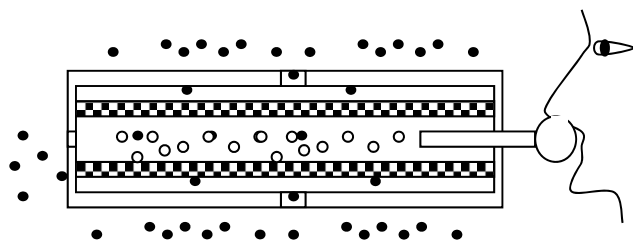


図-7 セントメーターの概略図



図-8 セントメーター法

この方法は非常に手軽な方法であり、濃度が薄い環境臭気測定に適した方法であるが、希釈精度及び回答の客観性などに問題を残している。

また、この方法はアメリカのコロラド州、イリノイ州等で、悪臭の規制指導に採用されていた。器材は Barnebey-Cheney 社により販売されている。

昭和40年代までは、日本では使われていなかったため、私達は昭和50年代に商社を通してアメリカから数台取り寄せ、その性能について調べてみた結果、希釈精度に問題があり、信頼できる測定結果は得られなかった。

2-4 水中の臭気官能試験法

悪臭防止法では、事業所敷地境界における規制(第1号規制)、排出口からの臭気に対する規制(第2号規制)、事業所排水に対する規制(第3号規制)の3か所に対する規制で成り立っている。ここでは第3号規制にあたる事業所排水の臭気測定方法を記載する。

水中の臭気についてはかなり重要な問題で、私たちの身の回りにおいてもいろいろな問題が発生している。例えば、最近では比較的改善されてきているが、河川における臭気の問題、都市部のビル街に発生しているビルピット(地下排水槽)からの臭気問題、工場排水の臭気などが挙げられる。すなわち、

においの原因が、排水など水系によるものを、ここでは対象としている。

悪臭防止法では、嗅覚測定法による第3号規制でこの三点比較式フラスコ法が採用されている。三点比較式フラスコ法とは、器材としては300mlの暗褐色の共通摺り合わせ三角フラスコを用いる。測ろうとする試料水を一定の希釈倍数になるように無臭水で希釈して、100ml注入する。試料水及び無臭水は25℃に保たれる。この希釈試料を入れたフラスコ1個と、無臭水のみを入れたフラスコ2個、計3個のフラスコをパネルに渡す。パネルはフラスコを軽く振り、栓をはずし、フラスコ内のおいを嗅ぎ、においがあると思われるフラスコの番号を回答する。この回答が正解である場合には、三点比較式臭袋法と同様に更に約3倍希釈倍数を上げ、不正解になるまで同様の試験を継続する。ガス状臭気の測定方法である三点比較式臭袋法とは、測定する器材が、におい袋から三角フラスコに変わった以外はほとんど同じ実施方法になっており、パネル人数も6名以上で実施される。また、各パネルの個人閾値の中で上下カットをし、2名少ないパネルの個人閾値を幾何平均して最終的な臭気濃度を計算する。三点比較式フラスコ法を実施している風景を図-9に示した。



図-9 三点比較式フラスコ法

3 成分濃度表示法

成分濃度表示法は、測定のための機器として、ガスクロマトグラフィ、分光光度計などの分析機器を用いるため、一般的には広く機器測定法といわれている。この成分濃度表示法には、大きく2つの方法があり、1つは単一の成分（化学物質）の濃度で表示するいわゆる単一成分濃度表示法であり、もう1つは類似の成分をグループとして捉え、グループ全体の濃度で表す複合成分濃度表示法である。

この表示法は、悪臭防止対策を検討する場合、すなわち工場が悪臭対策で脱臭装置を選ぶ場合などには、必ず測定しておかなくてはならない項目である。また、何種類かの悪臭発生源が近くにあり、環境においてその臭気がどこの工場から排出されているのかを判断する場合には、成分濃度を把握しておくことは、特に有効な方法になる。

しかし、ほとんどのにおいては、数十、数百以上の成分が含まれていることから、そのうちの一部の成分の濃度（ppm）では、におい全体の評価にならないという大きな欠点があることから、悪臭規制、指導の指標にはならないという欠点がある。

3-1 単一成分濃度表示法

単一成分濃度表示法は、特に臭気の原因物質として考えられる成分の濃度で数値化する方法である。

昭和46年に制定された悪臭防止法¹⁾では、この表示法が採用され、現在アンモニア、硫化水素、トリメチルアミン等、表-4に示す22種類の特定悪臭物質（成分）が指定されている。

表-4 特定悪臭物質の測定方法

特定悪臭物質	敷地境界線		排出口	
	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	吸収瓶による捕集（5分間）	分光光度計での吸光度測定	JIS K0099による	
メチルメルカプタン	バッグサンプリング（6～30秒）	ガスクロマトグラフ（検出器 FPD）	規制対象外	
硫化水素			バッグサンプリング	GC-TPD
硫化メチル 二硫化メチル			規制対象外 規制対象外	
トリメチルアミン	吸収瓶による捕集（5分間）	ガスクロマトグラフ（検出器 FID）	吸収瓶による捕集（5分間）	ガスクロマトグラフ（検出器 FID）
アセトアルデヒド	バッグサンプリング（6～30秒）	ガスクロマトグラフ（検出器 FTD）	規制対象外	
プロピオンアルデヒド			バッグサンプリング	ガスクロマトグラフ（検出器 FTD）
n-ブチルアルデヒド				
イソブチルアルデヒド				
n-バレアルデヒド イソバレアルデヒド				
イソブタノール	バッグサンプリング（6～30秒）	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）
酢酸エチル	バッグサンプリング（6～30秒）	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				
プロピオン酸 ノルマル酪酸 ノルマル吉草酸 イソ吉草酸	試料捕集管（5分間採取）	ガスクロマトグラフ（検出器 FID）	規制対象外 規制対象外 規制対象外 規制対象外	

3-2 複合成分濃度表示法

これに対し、複合成分濃度表示法は1つの臭気が多成分で構成される場合、単一成分ではなくその中に含まれるにおい物質のグループの濃度で捉えようとするものである。例えば、硫化水素、メチルメルカプタン等の硫黄(S)化合物を総還元性硫黄(TRS)として表示する方法がある。また、塗装・印刷関係などの有機溶剤関係に対して、全炭化水素の濃度表示法(THC)が使われることがある。

また、これらの悪臭成分を複数測定できるセンサーを用いた、ニオイセンサーが市販されている。この方法も大きくは上に示した複合成分濃度表示法に含まれる。センサーの測定原理は各種の方法があるが、2種類のものが高く市販されている。一つは半導体を用い素子抵抗の変化を利用したセンサーであり、もう一つは脂質膜への付着から周波数の変化を取り出す方法である。

これらのニオイセンサーはどれも、その場で指示値がメータに表示され連続測定も可能であることが特徴である。しかし、どのセンサーも人間の感覚と類似の応答をするわけではないので注意を要する。しかし、類似の成分構成のにおいに対しては、相対的な強度を表示することは可能であり、有用である。臭質が異なるときは、人間の感覚と合わない場合もある。これらの問題を解決するために、近年異なるセンサーを10種類くらい保有し、各線センサーからの出力を解析して表示するにおい識別装置が開発され市販されている。

においセンサーは、その特徴を十分に理解して、使用する必要がある。図-10 ににおい識別装置、図-11 にニオイセンサーの一例を示した。



図-10 おい識別装置の一例



図-11 ニオイセンサーの一例

4 おい測定方法の歴史的流れ

おい測定法の歴史はそんなに古くない。そもそも、おいを数量化しようなどという観念は、20世紀の中頃まではなかったといえる。最初に、おいを測定する必要が生じたのは、1950年代である。悪臭公害が世界的にも問題になり、悪臭の測定方法を確立する必要性が生じてきた。煙突から排出される悪臭をどの程度のレベルで規制すべきか、を検討するときには、当然悪臭の測定方法を固める必要があった。また、脱臭装置を生産する企業にとっては、販売している脱臭装置がどの程度の脱臭効率をもっているのかを出さなくてはならなかったのである。

1957年に発表されたのが、注射器法である。この注射器法は臭気濃度を求める方法であり、ガラス製注射器（主に容積100 ml）を用い、臭気を希釈する。パネルは注射器の先端を鼻孔に入れ、中の臭気を追い出し、おいを嗅ぎ、希釈された臭気の有無を判断する。詳しくは**2-3-3 [注射器法]**を参照されたい。この方法は日本においても、1970年前後に、この方法を用いて多くの測定がなされた。

次に、臭気濃度測定法として用いられたのが1960年に発表されたセントメーター法である。詳しい内容は**2-3-3 [セントメーター法]**に記した。このセントメーターは現場の環境臭気の臭気濃度を、その場ですぐに求めることができるメリットがあり、特に発生源における臭気ではなく一般環境の臭気測定用として開発されたものである。臭気濃度測定を含め、各種の臭気官能試験の方法として、無臭室法も広く使われてきた。この方法はできるだけ自然に近い形で官能試験を行えるメリットがあり、主に臭

気強度及び快・不快度の測定に用いられる。

また、ここでは詳細は示していないが、無臭室法も基礎データを取るには重要である。スウェーデンではトレーラー式の移動可能な無臭室を用い、臭気濃度測定を行っている。

また、日本においても日本環境衛生センター、東京都公害研究所、愛知県公害調査センター⁷⁾ などにおいて無臭室が作られ、臭気測定がなされている。しかし、入室式無臭室など比較的大きな無臭室は、内部の洗浄に比較的長時間と手間がかかるため機動性に欠けるきらいがあり、最近では使用例が比較的少なくなっているものとみられる。また、最近では取り扱いが容易な小型の簡易無臭室も作られている。

オルファクトメーター法は臭気濃度を測定する方法であり、臭気の希釈をポンプ、電磁弁、ニードルバルブ、フローメータ等により自動的にを行い希釈試料をパネルに供給する装置である。臭気の作成方法には連続式とバッチ式とがある。

これらの注射器法の欠点を改良するかたちで、岩崎らは新しい臭気官能試験法として三点比較式臭袋法を提案した。詳細は**2-3-1【三点比較式臭袋法】**を参照されたい。昭和47年に提案されたこの方法は、種々の検討が加えられ、52年に東京都の悪臭規制のための測定方法に採用された。その後、三点比較式臭袋法は全国の地方自治体の悪臭規制ないしは指導要綱に採用され、広く普及していくことになる。悪臭防止法が制定された当初(昭和46年)は、特定悪臭物質の濃度(ppm)で悪臭の数値化を図り、それによって悪臭を規制していたが、平成7年には、三点比較式臭袋法が悪臭防止法にも採用されることになった。

現在、欧米においては1960年代に開発されたオルファクトメーター法が一般的である。この方法はすでに2000年ごろにはヨーロッパ規格(CEN規格)になっている。現在、欧米で使用されているオルファクトメーター法と日本で開発され、韓国、中国などアジアで使われている三点比較式臭袋法が国際規格(ISO規格)を目指してしのぎを削っている。

また、人間の鼻で測定する嗅覚測定法は、においを嗅ぐパネルの選び方が重要な要素になる。日本では5種類の基準臭液を用いてパネルの選考を行っているが、欧米ではオルファクトメーターを用いて、ブタノールのにおいで、パネル選考をしている。

参考文献等

- 1) におい・かおり環境協会：六訂版ハンドブック悪臭防止法2012.
- 2) 岩崎好陽、石黒辰吉、小山功、福島悠、小林温子、大平俊男：第13回大気汚染全国協議会大会講演要旨集,168,(1972).
- 3) 岩崎好陽：4訂：臭気の嗅覚測定法、公益社団法人におい・かおり環境協会、(2015)
- 4) Anton Philip van Harreveld：Odor Regulation and the History of Odor Measurement in Europe, Odor Measurement Review, 2003.
- 5) E. A. Fox, V. E. Gex：Procedure for Measuring Odor Concentration in Air and Gases, J. Air Poll. Control Assoc., 7, 1, 60-61(1957)
- 6) Norman A. Huey, Louis C. Broering, Geoge A. Jutze, Charles W. Gruber: Objective Odor Pollution Control Investigation, J. Air Poll. Control Assoc. ,10, 6, 441-446 (1960)
- 7) 東京都公害研究所は、昭和60年4月に東京都環境科学研究所に改称。愛知県公害調査センターは、平成7年4月に愛知県環境調査センターに改称。

シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

－ 第3回 悪臭の対策技術（脱臭装置に頼らない対策） －

公益社団法人 におい・かおり環境協会
前会長 岩崎 好陽

1 はじめに

毎日の生活の中で、かおりを楽しむのは快いが、時には不快なおいに悩むこともある。このように生活に影響する悪臭を除きたいのは当然であり、昔から人間は生活の中で知恵を働かせ、悪臭対策を行ってきた。便所の近くにはキンモクセイなどのかおりのある木を植えたり、また葬儀において香を焚くのも、元はにおい対策といわれている。

近年、環境問題が重要視されてくると、工場の悪臭が周辺住民にとって大きな問題になる。悪臭影響の指標でもある悪臭苦情件数も全国で毎年1万数千件程度[※]発生している。このような状況の中で、悪臭を排出する工場の周辺に住む人々にとっては、工場から排出される悪臭をできるだけ減らして欲しいと願うのは当然である。

また、このような悪臭苦情を抱えている工場の経営者にとっては、自分の工場から排出される悪臭をどのように減らしていくかを検討しなくてはならない。場合によっては工場の死活問題にもつながる重要な問題となる場合もある。

悪臭対策というと、悪臭物質を高温で燃焼して脱臭する燃焼脱臭装置を導入するとか、活性炭などを用いて、悪臭物質を吸着して脱臭するとか安易に脱臭装置に頼ることをすぐ考えてしまう方も多いと思うが、この考え方は必ずしも正しくない。上記に述べた燃焼脱臭装置や活性炭吸着装置は比較的高価であり、事業者が簡単に導入することは難しいからである。イニシャルコストのみならず、ランニングコストも高額になり、大企業であればともかく、中小事業所においては難しい課題が残る。

そこで、これらの高価な脱臭装置に頼らずに、工場において安価な悪臭対策はないのであろうか。私は今までに多くの悪臭現場を見てきたが、現場では脱臭装置に頼らずに、悪臭問題を解決している事例が多くあることが解る。ちょっとした工夫で悪臭問題が解決できることがある。

具体的には

- ・悪臭の発生をできるだけ抑制すること、すなわち悪臭の元を断つこと。
- ・発生した悪臭を排気口を高くしたり、向きを変更することにより薄めてしまうこと。
- ・工場内にある施設（ボイラ、排水処理槽など）を活用して、脱臭すること。
- ・製造方法を変更し、悪臭が発生しにくい製造工程にすること。
- ・その他

などの方法である。

ここでは、悪臭問題が発生したときに、高価な脱臭装置の導入を検討する前に、検討すべき手法について、少し詳しく解説したい。

2 脱臭装置に頼らない具体的事例

2-1 悪臭の元を断て

悪臭対策の中で最も基本的で、かつ重要な対策は、悪臭の元となる原因物質の発生を抑えることである。すなわち、「悪臭対策の基本は元を断つ」ということである。「悪臭は発生したものを取り除くのではなく、悪臭の発生量を抑制することが基本である。」ということである。確かに元を断つという対策は難しいが、この対策は最も効果的な対策であり、まず悪臭対策を検討するときには、最初に検討すべき手段である。

悪臭の元を絶つという対策には、もちろん悪臭を発生するものを取り除いてしまうという対策もあるが、悪臭を発生する原因物質を他の悪臭の少ないものに切り換える対策も含まれる。更にこの対策の中には悪臭を発生しているものに蓋をするなど、悪臭の発生を抑える方法も含まれるのである。悪臭は発生させたものを取り除くのは、技術的にも経済的にも難しくなるケースが多い。

ドライクリーニングを例にして説明したい。街中にも多く存在する多くのドライクリーニング店においては、溶剤として石油系の灯油に近いもの（ミネラルスピリッツ、ターペンとも呼ばれる）を用いているが、この溶剤は当然においが強く、近隣に悪臭被害を及ぼす場合もある。この溶剤の悪臭対策として、近年においの強いミネラルスピリッツに替えて、においが比較的少ないパラフィン系の溶剤が一部で使われている。パラフィン系の溶剤は、従来のミネラルスピリッツと比較して、コストは多少高いが、比較的においが少なく、作業環境もよくなることから悪臭対策を検討している一部のクリーニング店で使われている。

塗装工場においても、この考え方に基づいて対策が進められている。油性の塗料と比較して比較的ににおいの少ない水溶性の塗料が近年多く使われようになってきた（写真1参照）。

このように、悪臭対策を考える場合、においの強い原材料をにおいの少ない原材料に替えることをまず検討すべきである。

この対策は、印刷工場においても同様である。

シンナー系の油性インキから水性インキに切り換えることが臭気対策として有効になるケースも多い。ただし、塗料やインキをにおいの少ないものに切り換える対策は、製品の品質に影響する場合もあり、転換に当たっては十分検討する必要がある。

「元から絶て」という対策は、一般家庭においてもみることができる。トイレの悪臭は代表的な悪臭問題であり、多くの人の悩みであったが、近年は水洗化され、昔ほどの大問題ではなくなった。この対策も、糞尿を家屋内にとどめて汲み取りによって処理するのではなく、下水道を通して、家屋内から即時排出し、悪臭の元を取り除く対策の一つである。



写真1 塗装工場（油性から水性塗料へ）

また、室内において何かカビ臭いにおいがしているときには、室内に消臭剤を噴霧し悪臭対策をする方法もあるが、基本的にはカビを除去し、カビが発生しないように空気の流れや湿度の管理をしっかりとすることの方が重要であるということである。

このように悪臭対策を考える場合、まず、においの元となるものを取り除くことが基本であるということをお頭に置いておいて欲しい。

写真2は、今では印刷工場、塗装工場など溶剤を扱う工場では当たり前のことであるが、溶剤の染みたウェスをを入れる容器には必ず蓋を付けることが重要である。また、図-1に示すように溶剤容器も必ず蓋つき容器にすべきである。この対策だけで作業環境は良くなり、悪臭の発生量は抑制される。



写真2 蓋の付いたウェス入れの例

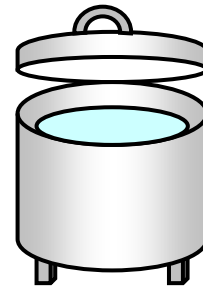


図-1
蓋の付いた
溶剤容器



写真3 においが発生する場
所にカバーを付設している例

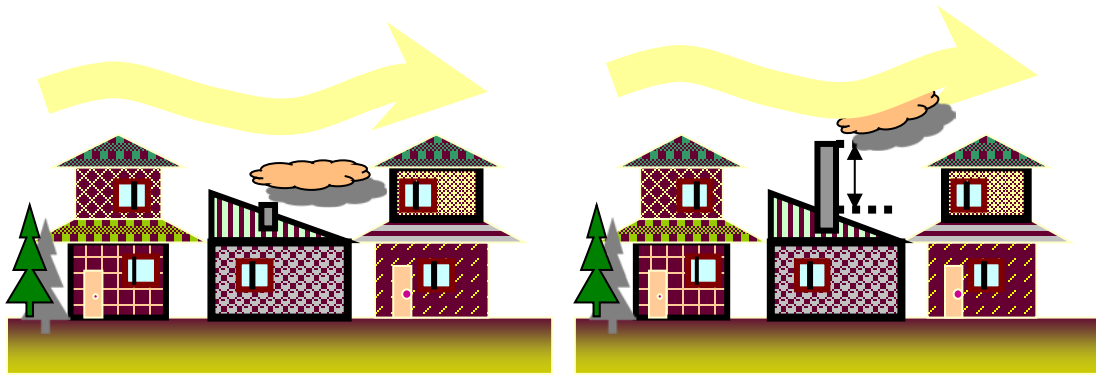
印刷工場ではインキの水性化の検討だけでなく、近年では関係する機械の悪臭発生個所に、ビニールシートでカバーし、溶剤の揮散を抑制している対策もみられるようになってきた（写真3）。

これらの対策はほとんど経費も掛からず、溶剤の消費量も低減できることから工場にとっても有効な方法になる。

2-2 においを希釈して薄める（空気希釈法、換気法）

悪臭対策の次の手段は、においを希釈して薄め、においを感じ始める濃度以下にしてしまう、すなわち専門的には閾値濃度以下にすることである。どんなにおい物質でもどんどん空気で薄め、嗅覚閾値以下の濃度にすれば、におわなくなる。多くの工場にあり、誰もが知っているあの「煙突（排気口）」は、この希釈効果を狙ったものである。高い煙突から排出された悪臭は大気中で空気に希釈され、拡散して、地上に落ちる頃には薄まり、においを感じなくなるか、あるいはかなり低減する。

煙突（排気口）の高さは高ければ高いほど、悪臭が希釈される効果は高い。更に悪臭の温度が高いほど、また煙突から飛び出る吐出速度が大きいほど、悪臭の希釈効果は大きい。



図－２ 臭気排出口を高くする対策

清掃工場など大きな施設においては、煙突の高さは 100m 程度に及ぶが、小さな町工場でも、図－２に示したように、排出口の高さを近隣の住居の高さ以上に高くすることが最低限必要である。臭気を発生させている工場においては、煙突を高くすると、近隣から目立ってしまい、高く上げたがらない事業者もいるが、近隣の人々にしっかり説明し、理解を得る必要がある。

稀なケースではあるが、事業者によっては、周囲に悪臭被害を出さないために、排気口を作らずに密閉した作業環境で事業を行っているケースもある。このような作業は事業所の従業員に多大な被害を及ぼすだけでなく、ドアなどの出入口や窓などから臭気が漏れ、かえって、近隣に悪臭被害を及ぼすことになり、最も不適当な対策である。悪臭被害は近隣の住民に被害を及ぼす前に必ず作業員に被害が発生する。私の長い経験からは、作業環境のにおいが少なく、きちんと管理されている事業所は、周辺環境への悪臭の影響が少ないとみてよい。現在、日本の各工業会においては、作業環境の改善を目標に努力している団体も多くなってきている。

有害ガス対策と異なり、悪臭対策としては煙突（排出口）を高くする対策は、非常に有効である。脱臭装置の導入と比較して、日常のメンテナンスがほとんどいらず、ランニングコストもほとんどかからないことから、特に中小の事業所における悪臭対策として有効な方法である。

一般家庭の室内のにおい対策でも同じである。室内の場合は工場とは異なり、煙突を高くする方法ではなく、「換気」が重要になる。換気を良くし、空気を入れ換えることにより、臭気対策を検討することも非常に重要である。室内に付着した臭気が問題になる場合は、まず換気を良くすることを検討すべきである。それだけで自然に臭気が低減することが期待できる。ほとんど経費の掛からない対策であるが、効果は大きい。

2－3 排出口の向きを上向きに

以上のように工場においては、悪臭対策として、空気による希釈効果を狙った煙突を備えている。多少専門的になりすぎるかもしれないが、悪臭対策として使われる煙突（排気口）には、図－３に示すように、上向き、横向き、下向き、T字、H型、陣笠など排出口の向きはいくつかのタイプのものが使われている。これらの中で、悪臭対策として

は、一般的には上向きが最も適しており、他のタイプは必ずしも最適な構造とはいえない。上向き以外のタイプは、臭気が上空に高く舞い上がることで、すなわち高い希釈効果を妨げているからである。しかし、現実には、上向き以外の排出口があまりにも多く、悪臭対策上は大きな問題を残している。

このようなミスは中小工場に限らず、大工場においてもみられる傾向である。私も多くの工場をみてきたが、この排出口の向きを改善しただけで、悪臭問題が解決した事例も多い。単純な、ごく当たり前の対策ではあるが、意外と気づかれていない。

次に、なぜ上向き以外は不適当かという点、上向き以外はどれも排出される臭気の希釈効果を抑えてしまっているからである。排出口からの臭気の上昇力は排出口から出る臭気の温度と上空への運動量すなわち速度に依存する。

すなわち

臭気の希釈効果 = 排ガスの温度による効果 + 上空への運動量（速度）
で表される。

温度については、図-3のどれもほとんど変わらないと思うが、運動量すなわち上方への速度は、まったく異なる。上向きは上昇力をそのまま維持し、上空まで臭気を運び、希釈効果が十分期待できるが、横向きでは上空への上昇力を全く抑えてしまうことになる。希釈効果は排出臭気の温度に頼るだけである。まして排出口が下に向いているケースでは、近隣に臭気をまき散らしている状態で、悪臭対策としては全く不適当である。H型、T型、陣笠も同様に不適当である。

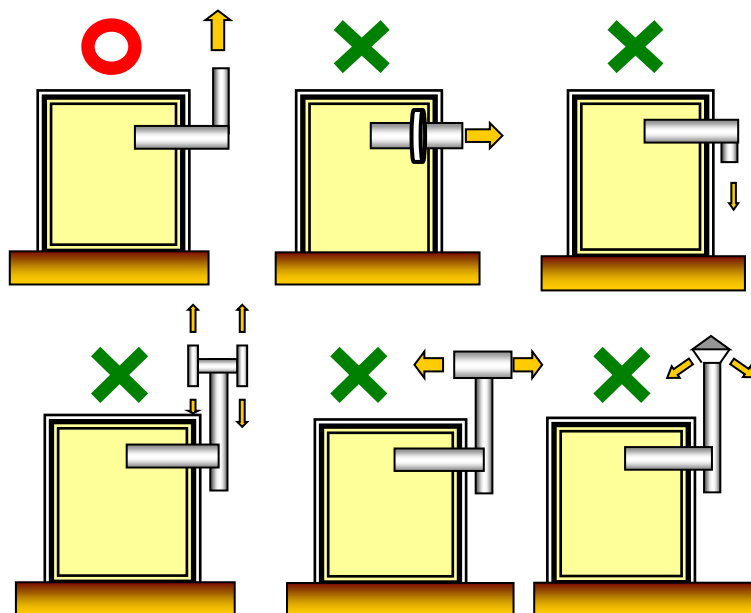


図-3 臭気排出口の向き及び構造を変更する対策

現在でも、全国の事業所で敷設されている排出口は、上向き以外の横向き、下向きなどが多い理由は、上向きでは雨が入ってきてしまうという事業者の心配であり、誤解でもある。確かに上向きにすると、雨が排出口の中に入ってファンなどを痛めてしまうという事業者の心配も分かるが、図-4に示した対策で十分である。

すなわち、排出口に入った雨水を、外に落としてあげれば簡単に解決する。図-4のようにドレンポットを置いてもいいが、場所によっては、煙突の下部に直径1cm程度の穴をあけておけば雨水の問題は心配いらない。

これらの対策の一例として、あるゴム工場の煙突を改善した事例を写真4に示す。以前は排出口の高さも低く、排出口の向きも横向きであったが、排出口の高さを多少上げ、向きを上向きにした事例である。このような簡易な対策で悪臭被害の影響は半減した。

次に多くの自工場では屋根の一部にファンを取り付け、工場内の悪臭を屋根から外へ排気している工場も多い。このような工場では屋根に付けられたファンから雨が入らないようにカバーをしてカバーと屋根の隙間から工場内の臭気を排出している。この場合、図-5の改善前の図のように、排出された臭気の上昇力を抑えてしまうため、排出された悪臭は屋根を伝わり、近隣に降下し、悪臭被害を及ぼすことになる。

それに対し改善後はファンによる臭気の上昇力を抑えることなく、臭気は上空で拡散するため、悪臭被害は低減できる。現場でもこのような改善により悪臭被害を解決した事例がある。さらに改善後はファンの抵抗が弱まるため、ファンの電力量の削減にもつながるメリットがある。

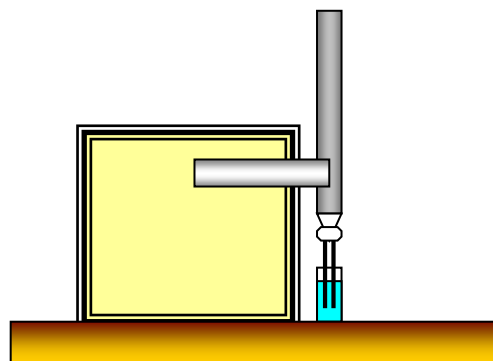
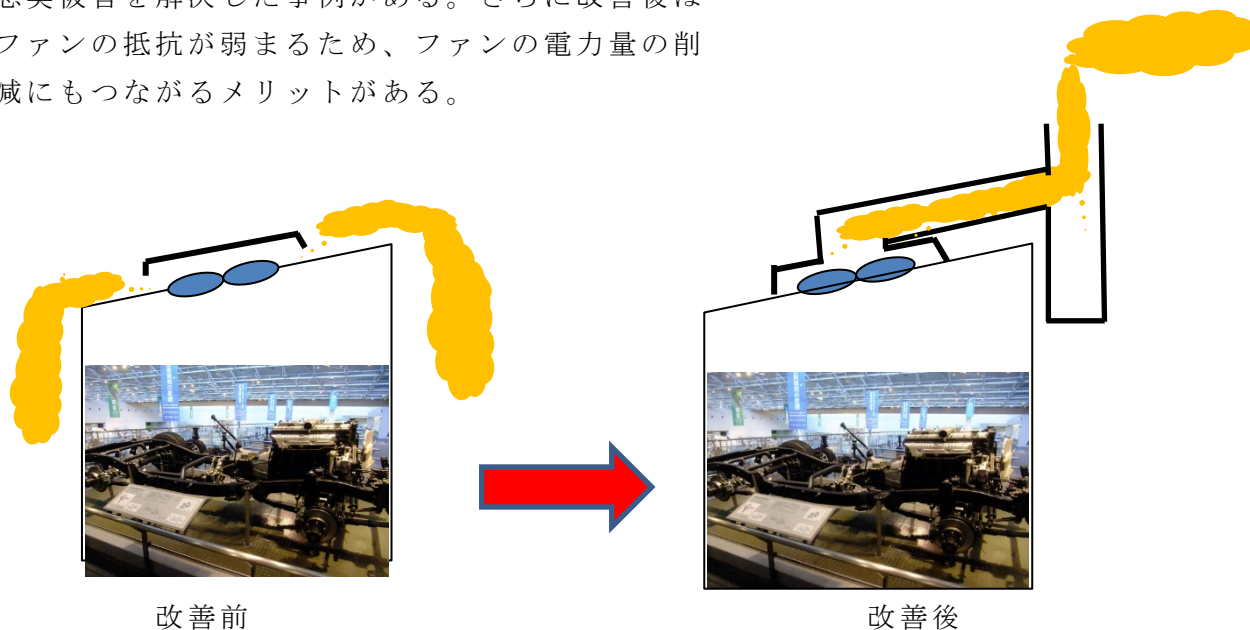


図-4 上向き排出口の雨対策の一例



写真4 排出口の高さ、向きの改善の一例



改善前

改善後

図-5 屋根に付けられたファンの改良による対策

以上のように、排出口は必ず上に向け、排出される悪臭を上空大気で拡散希釈し、においを感じなくする手法が最も経費が掛からず有効な方法である。

2-4 既存の他の装置を利用する

新たに脱臭装置を導入するのではなく、工場内にある既存の施設を利用することも有効な悪臭対策になる場合がある。例えば、大規模な工場としては、清掃工場が挙げられる。清掃工場ではごみ収集車が生ごみを集めて清掃工場に運び、プラットホームからごみピットにごみを数日間溜めておく、ごみピットに溜められた生ごみからの臭気は強く近隣の住民は、昔はこのにおいに悩んだが、現在ではこの問題は解決している。ごみピットからのにおいを吸引し、清掃工場の焼却炉の助燃空気として800℃以上で燃焼分解しているのである。すなわち、ごみ焼却炉ではごみは自然で燃えているが、燃焼に必要な空気の代わりにごみピット内の臭い悪臭を利用しているのである。

この考え方を利用すれば事業所内にボイラを持っている事業所は、ボイラが必要な助燃空気の代わりに、処理したい悪臭を使えばよい。爆発限界を超えていなければ臭気の濃度はいくら濃くてもかまわない。魚腸骨処理工場、獣骨処理工場などの化製場においては工場内で発生する強い悪臭をボイラの助燃空気として燃焼分解して脱臭している。

また、鋳物工場においては、高温に溶かした鉄やアルミニウムを型に注入し鋳物を作るが、溶かした金属を型に注入する際に強烈な臭気が発生する。どこの鋳物工場でもこの臭気の対策に頭を痛めるが、発生する臭気を局所的に集め、金属を溶かす炉の助燃空気として活用することも、経費があまり掛からない対策である。

さらに食品工場や畜産施設などにおいては、工場内に排水処理施設を有している事業所も多いが、この排水処理施設も悪臭対策に活用できる。これらの事業所においては、各自治体の排水規制基準値をクリアするために、排水処理装置が付設されており、一般的には活性汚泥法を採用している。活性汚泥法は水中の微生物により排水中の有機分を分解して、排水を浄化している。

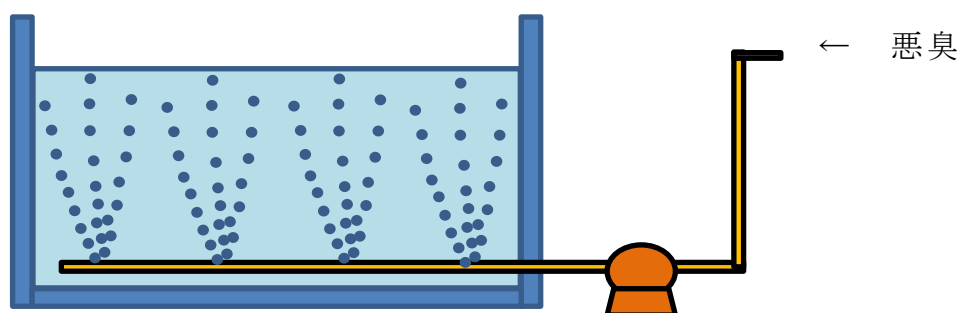


図-6 活性汚泥法による排水処理の一例

このような施設では、微生物の活性を図るため処理槽に、図-6に示すように通常の空気を送っている。このように排水槽の中は微生物が豊富に存在するので、この中に通常の空気ではなく、処理したい悪臭を入れてあげれば一石二鳥である。今まではただ単

なる空気を送っていたが（エアレーション）、処理したい悪臭があるなら、その悪臭を空気の代わりに排水槽に送ってあげればよい。悪臭は排水槽中の微生物によって分解され、においては軽減する。これもほとんど経費の掛からない対策である。

以上のように既に工場にある各種の施設（ボイラ、排水処理槽、各種の炉など）を活用し、脱臭装置として活用する方法は、経費もほとんど掛からず有効な悪臭対策になる。

2-5 製造方法を変更する

次に畜産農家の糞尿の問題を検討してみよう。昔は家畜の糞尿を直接農地に散布することも多く、近隣の悪臭被害は大きかったが、現在では糞尿から堆肥（肥料）を作る方法が積極的に行われている。糞尿から堆肥を製造する方法にも各種の方法がある。このような堆肥の製造方法を、悪臭対策の観点から見直してみることも重要な悪臭対策になる。

近年、畜産農家に対する悪臭苦情が大きな問題になるケースがあるが、その原因の一つに、家畜が排出する糞尿の堆肥化の方法が間違っているからである。基本的には、糞尿を堆肥にするには、微生物（菌）に頼り、家畜の糞尿を発酵させ、近隣の農家にとって有用な堆肥（肥料）を製造するが、製造方法には、大きく二つの方法がある。

- ① 空気を遮断し、嫌気性菌によって糞尿を分解し堆肥を作る方法
- ② 積極的に糞尿に空気を送り、好気性菌によって堆肥を作る方法



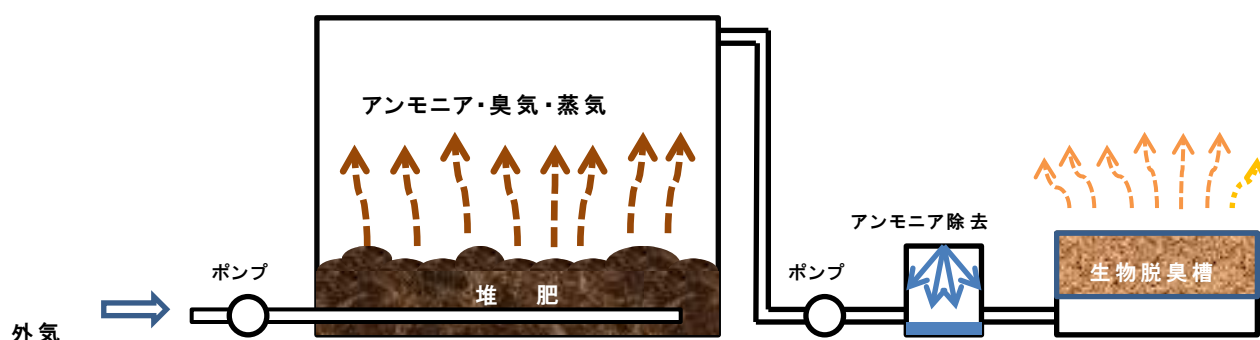
図-7 糞尿を野積みし、嫌気性菌で堆肥化

写真5 毎日攪拌し、好気性菌で堆肥化

①の方法は、糞尿を高く（数mから10mほど）野積みし、数か月に1回程度、攪拌する方法で、嫌気性菌により糞尿を分解するため、臭気の発生は激しく、近隣に大きな悪臭被害を及ぼすことも稀ではなかった。一般的に嫌気性菌は好気性菌と比較して、極端に悪臭物質を排出するため、悪臭対策としては好気性菌による方法が望まれていた。現在は図-7で示すように②の製造方法が多く使われるようになってきた。この方法は1日1回程度、糞尿を自動的に攪拌し、良好な堆肥を短期間（2、3か月）で製造できるようになるとともに、悪臭被害も少なくなっている。

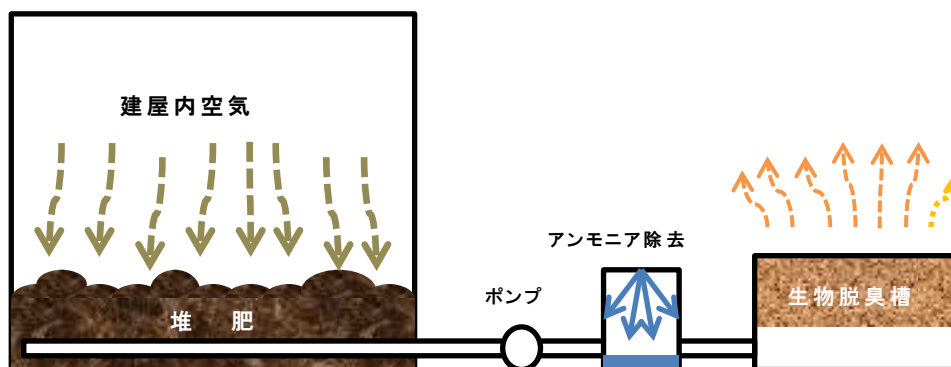
このように家畜の糞尿から堆肥を作る方法を変更することによって、悪臭被害も低減可

能である。この他、図－８に示すように畜産農家で常時、堆肥に空気を送り、積極的に良好な堆肥の製造を行っている畜産農家もある。



図－８ 堆肥に空気を送り込み送気式製造法

図－８に示した方法は、糞尿の下から空気を送り込み、発生する悪臭を建屋の上部から引き抜き、脱臭する方法である。この方法で家畜の糞尿から堆肥を製造している農家も多い。この方法は建屋の中がひどい環境になり、中で作業する人は過酷な状況になる。悪臭は強く、温度も上がり、建屋の構造物の腐食も激しくなる。また、建屋の漏れから近隣に悪臭被害をもたらすケースも多い



図－９ 堆肥から空気を吸い込む吸引式製造法

これに対し、図－９は堆肥の下から空気（悪臭）を吸い込み処理する方法である。この方法では建屋内の悪臭はほとんど少なく、建屋から悪臭が漏れることはほとんどない。

このように送気式にするか、吸引式にするか、空気を送り込む方法を変えるだけで、悪臭対策につながるのである。

２－６ その他の方法

その他の対策としては、排出口の位置を移動させて悪臭問題を解決した事例がある。工場建設当初は周辺に住居がなかったために 排出口を北側に設置していたが、最近北側に住居が多くなってきたので、南側に排出口を移動して対策をとったケースである。このような対策は比較的多くみられる。

また、工場の操業時間を、近隣への悪臭被害を低減するため、夜間に作業を移している工場もある。皆さんは詳しくはご存じないかもしれないが、不用になったことにより廃棄された牛・豚などから飼肥料などを製造する獣骨処理工場、廃棄された魚から同じく飼肥料などを製造する魚腸骨処理工場などを化製場（かせいじょう）と呼ぶが、これらの工場は比較的強烈な悪臭を発散するため、昔から悪臭対策には苦慮していた。現在は工場も近代化され悪臭の発生も少なくなっはきているが、家畜及び廃棄された廃魚の収集は夜間に行われ、工場内における製造も夜間に行われ朝には終了しているケースもある。

このように稀ではあるが操業時間を変更し、悪臭対策を講じている工場もある。また残念なことではあるが、悪臭問題が理由で操業を停止したり、他に移転しているケースも畜産関係などで発生している。

3 おわりに

悪臭対策の難しいのは、感覚公害であるために、事業者と悪臭被害者の関係についても難しい。近年飲食店に対する悪臭苦情が問題となっているが、あるラーメン屋に対する悪臭苦情が近隣から区役所に出されたケースがある。悪臭苦情申立者は近くのマンションに住む住民の一人であったが、よく話を聞いてみると、ラーメンを作る際のおいよりは、ラーメンを食べに来る人の違法駐車や道路への違法駐輪の問題を強く訴えていた。このように悪臭以外の不快感が悪臭被害にもつながってしまうのも、この悪臭公害の特徴である。

悪臭公害が発生した場合には、苦情を訴えている人の話を十分に聞き、また、工場内をしっかりと検証し、事業者の意見も把握する必要がある。また、類似の工場でどの程度まで悪臭対策を実施しているかという情報を集めることも重要である。

今回の掲載にあたっては、悪臭対策の中でも新たに燃焼式や吸着方式などの脱臭装置を導入せず、実施が可能な悪臭対策について紹介した。このような対策方法は、現場においては非常に重要となる場合が多い。工場側は、高額な経費が掛かる対策にはあまり乗り気にならないケースが多いからである。当然、経費が掛かっても実施してもらう必要があることも多いが、工場側にとっても、経費の削減につながったり、作業環境の改善につながることは有効であり、近年このような悪臭対策が広く採用されるようになってきており、このような悪臭対策は、事業者だけでなく、悪臭被害者にとっても有効な対策となるものである。

参考文献

※) 環境省：悪臭防止法施行状況調査の結果

シリーズ「悪臭に関わる苦情への対応」

－第4回 各種脱臭装置の特徴－

公益社団法人におい・かおり環境協会
副会長 福山 丈二

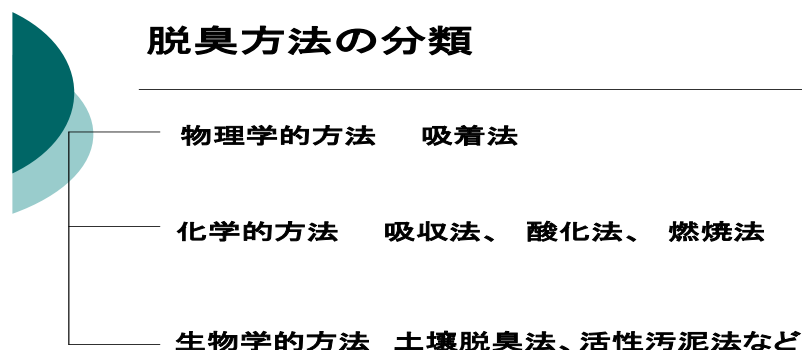
1. はじめに

悪臭は、一般に微量で多成分の臭気物質を含んでいるガスで、臭気発生源によりその含有成分が異なっている。また、発生源により臭気の質だけでなく、ガス温度や水分含有量も異なっているため、その臭気ガスの特性に合わせて脱臭方法を選ぶ必要がある。

そこで本稿では、各種脱臭法の特徴（装置、運転条件、維持管理、適用業種等）について紹介し、最適な脱臭装置を選ぶ際の参考資料として活用していただきたい。

2. 各種脱臭方法の装置と特徴

脱臭方法には多くの方法があるが、下図に示すように物理学的、化学的および生物学的方法の3つに大きく分類される。この他には、消・脱臭剤法もある。通常、脱臭方法は一つの方式だけで完全に処理することは難しく、いくつかの方法が組み合わされることが多い。



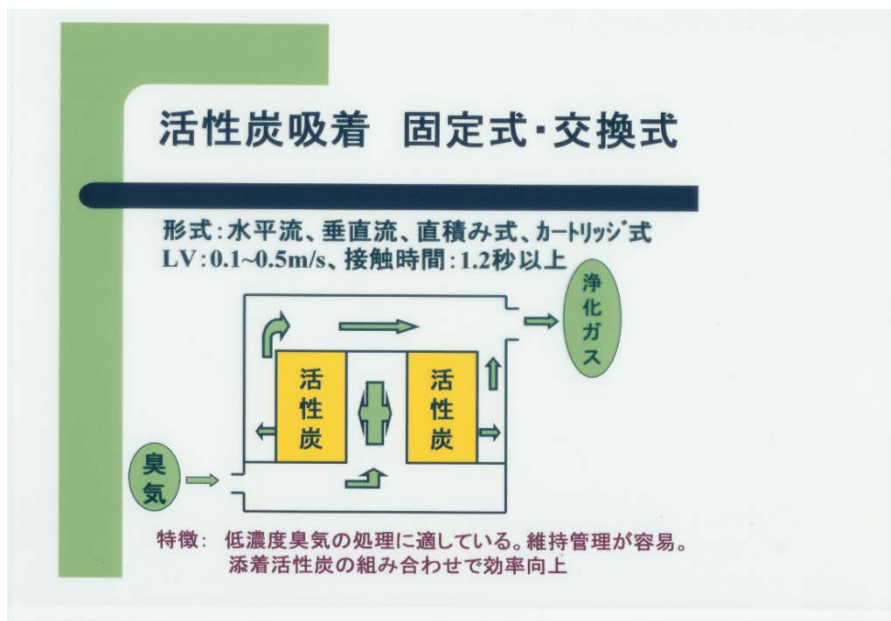
2.1 活性炭吸着法

活性炭の原料としてはヤシ殻や石炭が主に用いられる。形状は粉末と粒状とがあるが、通常、ガス処理には粒状活性炭が使用される。特徴としては、比表面積が大きいこと、表面に細孔を有して吸着しやすい形状であることが挙げられる。活性炭には吸着保持できる能力に限界があり、一定以上になると破過現象を起こす。このような状態になれば、再生処理や新しい活性炭と取り換える必要がある。新しい活性炭では通常、運転初期では99%以上の高い除去率が得られる。維持管理は比較的容易で、低濃度臭気の処理に適している。

2.1.1 固定式・交換式方式

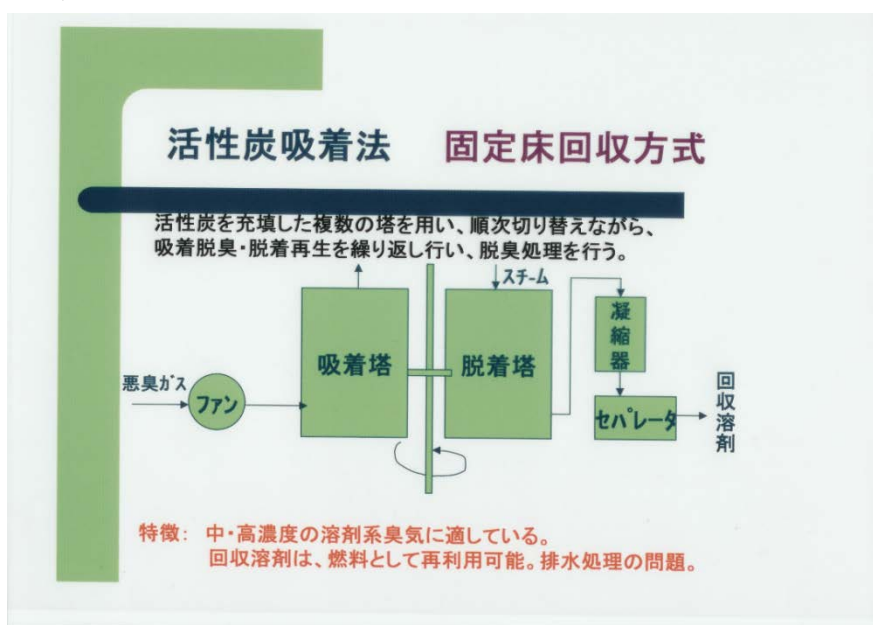
下図に固定式・交換式の装置の概略図を示す。活性炭交換が容易なカートリッジ型のも

のが用いられることが多い。塔内平均流速は 0.1~0.5 m/秒、接触時間は 1.2 秒以上で運転し、ガス温度は 40℃以下に設定する。日常の維持管理では、圧力損失の計測やブロワー等の点検を行う必要がある。



2.1.2 固定床回収方式

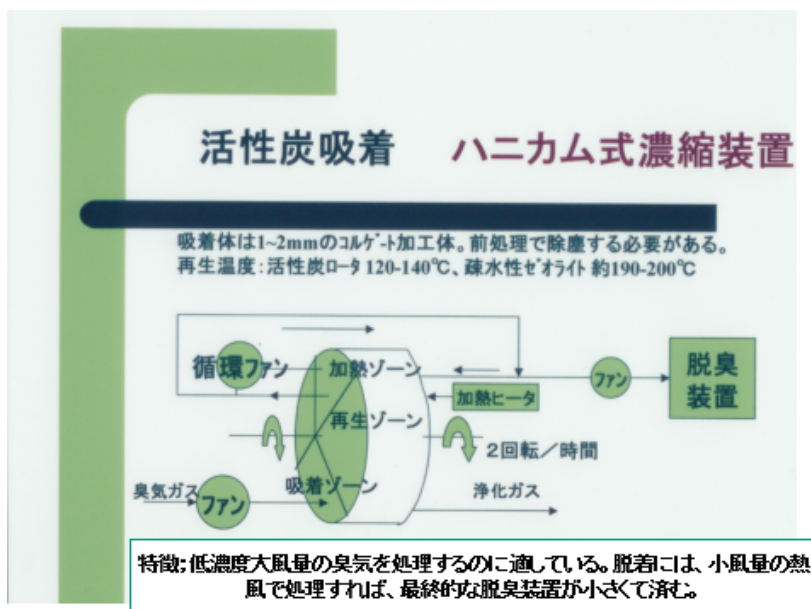
活性炭は高濃度臭気に対しては短時間で破過するため、吸着と脱着を交互にできる下図に示す固定床回収方式(二塔式)が使用される。この方式では前日に吸着用に用いられた塔を次の日には脱着処理用とし、活性炭を再生させる方式である。脱着にはスチームや熱風が使われる。回収された溶剤は燃料等として有効利用される。維持管理は、固定式と比べて操作が煩雑で点検事項も多い。



2.1.3 ハニカム式濃縮装置

大風量で低濃度の溶剤成分を含む臭気には、前段でハニカム式濃縮装置を用いて濃縮処理が行われる。活性炭や疎水性ゼオライトをハニカム型に加工し、それをロール状に成型したものが使われる。

このローターには、右図に示すように吸着ゾーン、加熱ゾーンと再生ゾーンがあり、ゆっくり回転している（1回転；約30分）。吸着された溶剤成分が加熱ゾーンに到達すると熱風により脱着される。脱着された溶剤含有ガスは、触媒燃焼装置や直接燃焼装置で処理される。



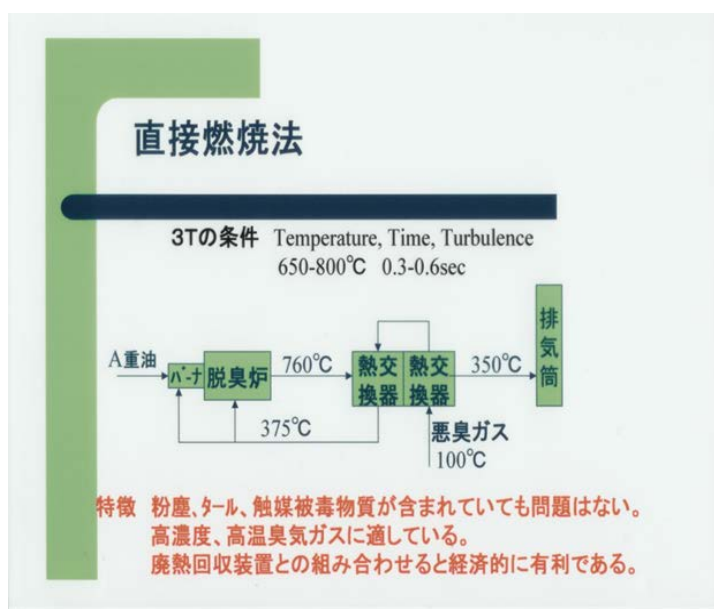
本方式では、低濃度の臭気を濃縮できる特徴がある。即ち、大風量の臭気を吸着処理し、その吸着成分を小風量の熱風で処理すれば何十倍にも濃縮できる。大規模な塗装工場や自動車製造工場などで適用されることが多い。

2.2 燃焼法

2.2.1 直接燃焼法

臭気成分を高温で完全燃焼させる方法で、燃焼炉の温度管理が重要である。炉内温度約650~800℃、炉内ガス滞留時間0.3~0.6秒に設定する。臭気の負荷変動にも強く、高濃度の臭気の脱臭に適している。

本法では、燃料費の節減のため、右図に示すように排ガスの熱回収装置が設置されている。



処理ガスの臭気濃度は300~500以下まで下げることができる。しかし、処理後の燃焼排ガスにはイオウ酸化物や窒素酸化物が含まれているため、独特の焦げ臭が残る。

本方法は、腐敗臭や溶剤臭など広範囲の中・高濃度臭気に適し、化製場、塗装、印刷、パルプ工場等で適用されている。

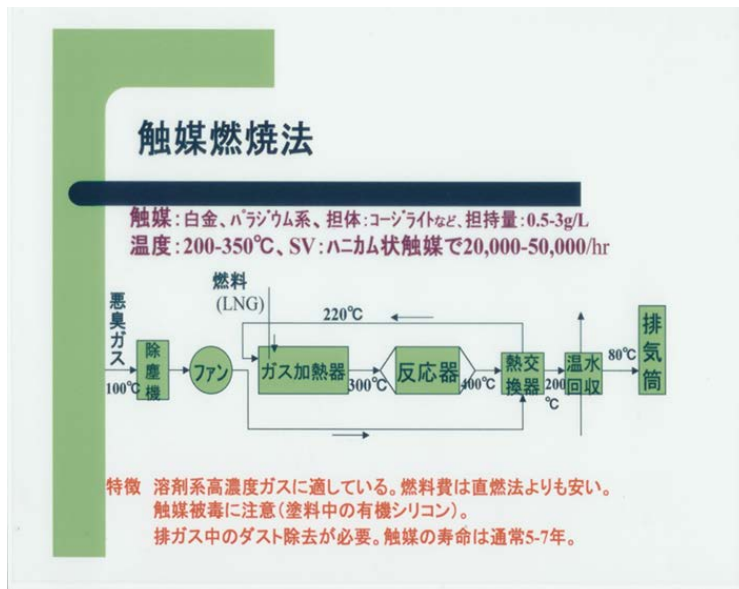
2.2.2 触媒燃焼法

触媒の活性を利用して、直接燃焼法よりも低温で臭気を酸化分解させる方法である。燃料の節約、排ガス中の窒素酸化物の低減などの利点がある。触媒は、通常、コージライト等に白金やパラジウム等の貴金属を担持させたものが用いられる。

処理フローを右図に示す。本方法では、触媒毒となるタールやダストを前段で除去する必要がある。

前処理された臭気ガスは、熱交換器に通され、約 100～150℃まで予熱される。さらに、ガス加熱器で 200～350℃まで温度を上げ、触媒塔に導入される。また、触媒の寿命を延ばすためにダミー触媒としてアルミナ等が貴金属触媒の前段に設置されることもある。

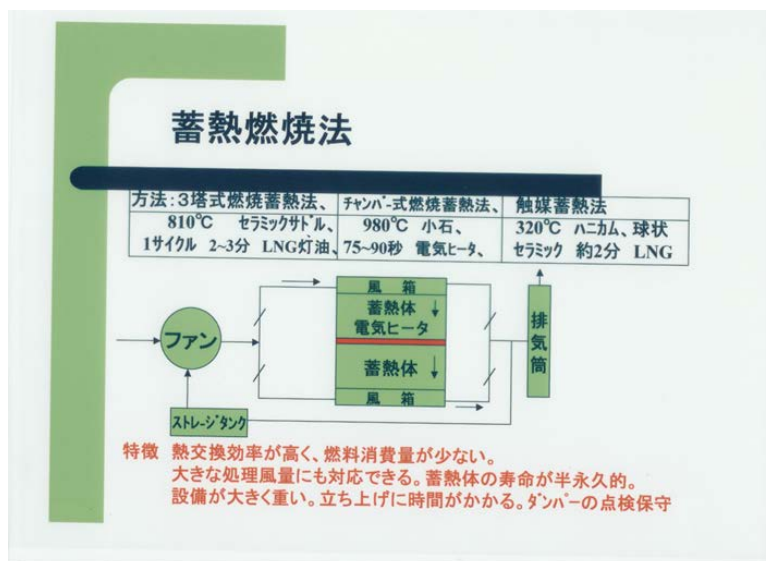
印刷、塗装、塗料製造、インキ製造工場等の脱臭装置として適用されることが多い。



2.2.3 蓄熱式燃焼法

本方式には3塔式燃焼蓄熱法とチャンバー式燃焼蓄熱法がある。いずれも燃焼排ガスの熱を蓄熱体に吸熱させ、その熱を臭気の前熱のために利用させる方式で、燃焼法の中では最も熱効率の高い方法である。蓄熱体としては、セラミックス、砂、小石等が用いられる。熱源としては、電気ヒーター

や LNG や灯油を燃料とした燃焼炉が用いられる。図の装置では、電気ヒーターを設置

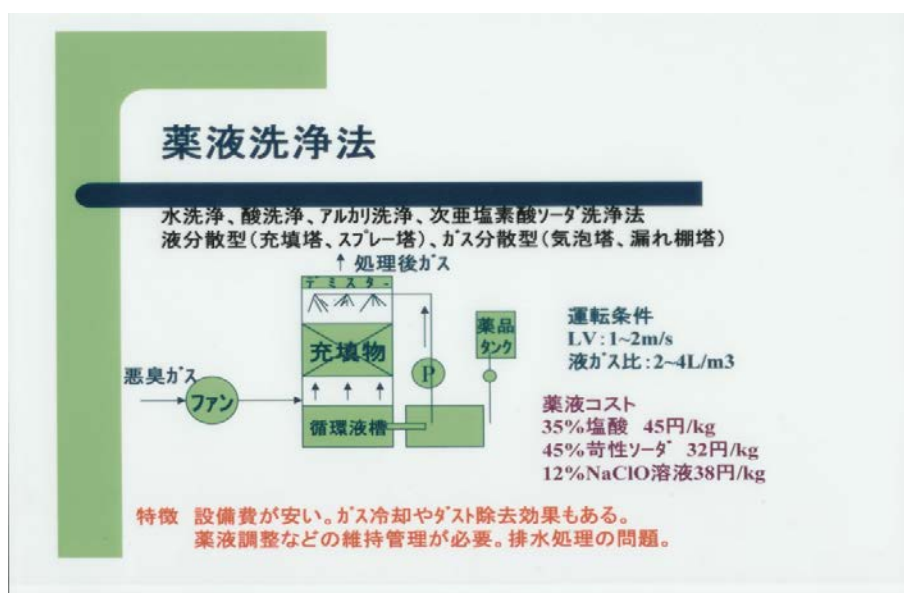


し、一定時間ごとに弁の切り替えを行い、上昇流と下降流を交互に切り替えて、蓄熱体から受熱と放熱を行っている。即ち、ヒーターに達するまでに臭気は前回の処理で熱せられた蓄熱体により受熱し、ヒーター部で燃焼処理され、その熱は反対方向の蓄熱体に伝わる。次に、逆方法に流れるように流路を変える。24時間連続運転されることが多い。運転は完全自動化されており、保守点検が容易である。装置は大型で初期投資額が高いため、大規模な工場での採用例が多い。

2.3 薬液洗浄法

薬液洗浄法の原理は、気相の臭気物質を液相に移行させることにより、ガスの浄化を行うものである。臭気と薬液（酸、アルカリ、次亜塩素酸ソーダ）とを気液接触させ、化学的中和や酸化により臭気成分を除去する方法である。通常、酸性ガスには苛性ソーダ液、塩基性ガスには硫酸溶液、イオウ系臭気には次亜塩素酸ソーダ溶液が使用される。方式は、充填塔やスプレー塔のような液分散型と気泡塔や漏れ棚法のようなガス分散型に分けられる。

通常は、右図に示す通り、臭気は塔の下部より入れて充填物間を抜けて上昇し、塔の頂部のノズルから供給する薬液と向流接触させる。運転条件は、空塔速度を1~2m/秒、液ガス比を2~4l/m³（ガス）に設定する。洗浄液はポンプに



より循環させ、力価が低下してくると薬品の補充等を行う。充填物の必要条件としては、大きな表面積、空隙率が高い、偏流を起こしにくい、圧力損失が小さい、比重が小さい、耐食性で機械的強度が大きいこと及び廉価であることが挙げられる。

本方法は、低・中濃度の臭気で水溶性臭気成分を含むものに適している。設備費や運転費が比較的安い、臭気成分の100%除去は難しい。日常的には薬液の濃度や液量のチェックと補充、ノズルの目詰りや充填物の閉塞の監視、年数回の塔内部の充填物の洗浄が必要である。

2.4 生物脱臭法

主に好気性のバクテリア（細菌）の働きで臭気を酸化分解・無臭化する方法で、薬品や

燃料を使用しない、自然の摂理にかなった方法といえる。菌が棲む固体表面にガスを通す方法としては土壌脱臭法、バイオフィルターおよび充填塔式脱臭法があり、一方、菌が棲む液体と臭気ガスを接触させる方法には、活性汚泥ばっ気法およびバイオスクラバー法がある。この中で、本稿では、土壌脱臭法、活性汚泥ばっ気法および充填塔式生物脱臭法について、それらの概要や特徴について解説する。

2.4.1 土壌脱臭法

よく用いられる土壌は関東ローム層の黒ぼく土で、団粒構造で腐植質が多く、通気性、保水性に優れている。近年では、改良土壌として、黒ぼく土：汚泥コンポスト：ゼオライト=6：3：1のものや黒ぼく土：パーライト：鶏糞特殊コンポスト=8：1：1のものが使用され、通気性の向上や吸着力の改善がみられたとの報告もある。

装置の概略は右図に示す構造であり、土壌の厚さは400~600mmで、空塔速度は5mm/秒、接触時間は約100秒で運転される。日常の点検として、土壌の亀裂や乾燥の状況視察を行い、表面が固くなれば、耕耘する。また、夏季の乾燥時にはスプリンクラーによる散水を行う必要がある。



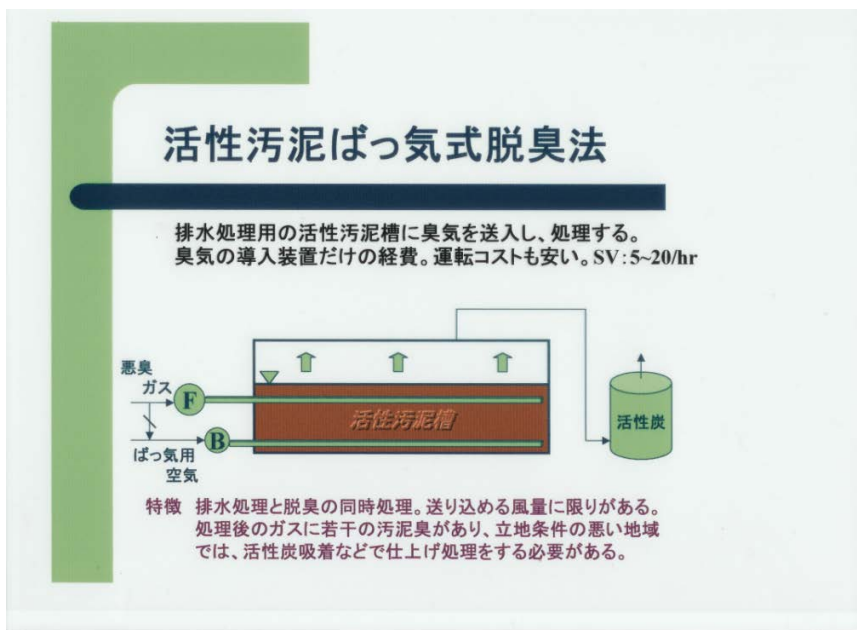
また、発生源によっては、除塵、冷却、除湿などの前処理が必要な場合もある。微生物の生育に適した環境となるように、土壌の水分と温度管理が欠かせない。この方法は、広い敷地面積が必要であるため、下水処理場やし尿処理場での適用例が多い。

ヨーロッパでは、土壌の代わりにコンポストやピートを用いたバイオフィルター法が採用されている。臭気は、加湿器を通過したのち、脱臭塔の下部より送られ、数段に積まれたバイオフィルターを通り、脱臭される。有機溶剤臭の処理などにも適用されている。

2.4.2 活性汚泥ばっ気法

下水処理に用いられている活性汚泥ばっ気槽を利用して、下水処理と悪臭処理を同時に行う方法で、経費も安くつき経済的な方法である。活性汚泥は、多種類の好気性細菌から、構成されているため、種々の悪臭成分を分解できる。下図に示すように悪臭ガスを導入するために新たな散気管を水深1mの位置に設置し、SV(ばっ気強度)は、5~20m³/m³/hrで臭気を送り込む。ばっ気槽液の溶存酸素は1ppm以上を保持する。

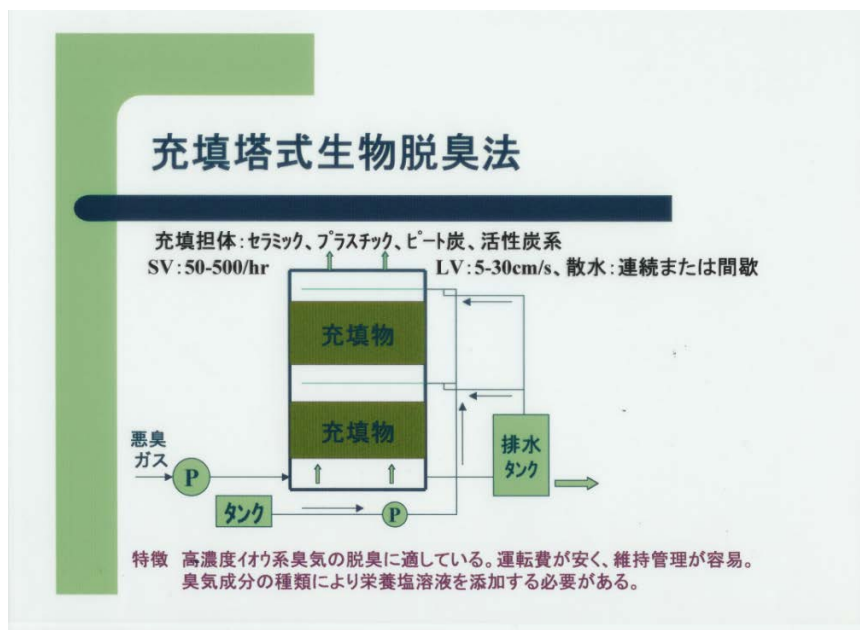
本方法は、沈砂池や最初沈殿池の臭気の一次処理として使われることが多い。完全に脱臭する必要のある時には、ばっ気槽を覆蓋し、活性炭吸着塔で脱臭する。薬品代が不要でブロワーの電気代だけで済むことより、運転コストが安くつき、維持管理も容易である。



なお、排水処理に対して悪臭を吹き込むことによる悪影響は見られない。

2.4.3 充填塔式生物脱臭法

本方法は、充填塔の下部より臭気を送り、充填担体の間を上向流で通して除去する方法で、脱臭原理は、充填物表面の微生物により臭気成分を吸着・酸化分解させる生物脱臭法である。充填担体は、微生物が付着しやすい材質で保水性が大きく、比表面積の大きいものが適しており、多孔質セラミック、各種プラスチック等が用いられている。プラスチックは疎水性のものが多く、吸水性樹脂を練りこんだものも使われている。形状は、球状、シリンダー状、即席ラーメンのような網目構造のもの、スポンジ状など種々の形のもものが使われている。微生物が活着しやすいように表面を凸凹状に加工されているものもある。ガス空塔速度は、0.1~0.4m/秒で塔内の滞留時間は4~20秒で運転される。土壌やピートを用いた方法と比較し



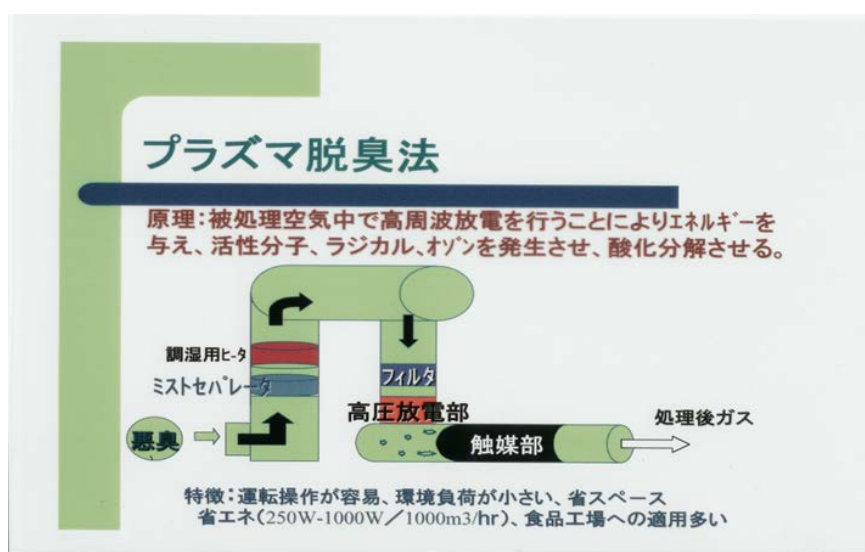
て装置がコンパクト化される。散水頻度は使用される充填担体の種類により異なる。連続散水方式と間欠方式があり、間欠では1日数回や30分に1回などさまざまである。通常、水は循環される。また、充填担体は、2～3段に積層され、1段目で硫化水素やアンモニアの除去、2～3段目で硫化メチルなどの中性ガスが除去される。

本方法は、下水処理場での適用例が多く、高濃度の硫化水素臭気の除去に、特に高い脱臭機能を発揮している。一度、充填された担体は交換されることがなく長期に安定して使用できるように、圧力損失などの日常管理を行う必要がある。

2.5 プラズマ脱臭法

臭気成分を電気エネルギーで発生させたプラズマにより、酸化分解させる方法である。

プラズマ脱臭装置は、右図に示すように、大きく分けて高圧放電部、気相反応部および触媒反応部からなっている。被処理臭気の性状によっては、ミストセパレーター、ヒーター、フィルター等を前段に取り付ける必要がある。



運転は、装置のスイッチのオンオフだけでよく、装置の遠隔監視・操作が可能で、薬品の注入や燃料管理が不要で、運転操作が容易である。また、化石燃料や薬品や水を使用しないため、環境にやさしい脱臭法である。一般的な臭気処理では、消費電力も少なく、省エネルギーである。ただし、電極や触媒は、定期的に交換する必要がある。

本法は、食品工場、コンポスト工場、飼料工場などの臭気の脱臭に適用されている。

2.6 乾式オゾン脱臭法

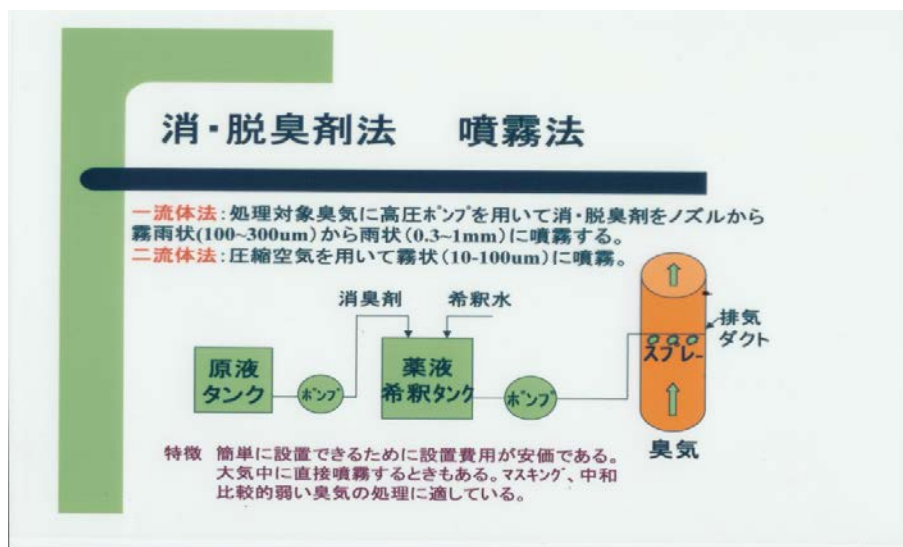
プラズマ脱臭法と類似した化学的酸化脱臭法として、乾式オゾン脱臭法がある。オゾンナイザーでオゾンを生じさせ、それを臭気と混合させ、触媒反応塔で酸化・分解させる。この方式でもミストセパレーターで前段で除湿する必要がある。下水の中継ポンプ場、農村集落排水処理場、下水処理場、し尿処理場等で適用されている。比較的低い濃度の腐敗系臭気処理に適している。薬品・燃料を使用しないため、維持管理は容易である。触媒が劣化して脱臭効果が低下してくると触媒の交換を行う必要がある。

2.7 消・脱臭剤法

本方法は、感覚的消臭法であり、マスクング法と中和法に大別される。マスクング法は、ある臭気が存在する時にこれよりさらに強い臭気物質を作用させ、もとの臭気を感じさせなくする方法で、中和法とは、臭気に対してある種の芳香化合物を作用させてその時に生じる複合臭がもとの臭気レベルよりも低い水準に変化せる方法である。

脱臭法としては、右図に示す消臭液を霧状にダクト内に噴霧する方法と臭気を発する堆積物に直接噴霧する方法がある。

ダクト内に噴霧する方法は、高圧ポンプを用いて消臭液をノズ



ルから霧雨状や雨状に噴霧する方法と圧縮空気を用いて霧状に噴霧する方法がある。消臭液は処理対象とする臭気に合わせて適度に希釈調整する必要がある。

堆積物などに直接噴霧する時には、風向等の気象条件も考慮し、周辺への影響が出ないように注意が必要である。

いずれの消・脱臭法も前述した多くの脱臭法よりも、安価で適用しやすいという特徴がある。本法は、比較的小さい臭気の消・脱臭に適しており、感覚的に嫌なにおいを和らげる効果が期待できる。また、野外での消臭液の散布処理は、一時的に臭気が揮散するのを抑制できる。

ただし、消臭液に芳香剤を用いる場合には芳香臭が強くなりすぎないように注意しなければならない。ごみ集積場、ごみ処理施設や堆肥化施設などには散布法が適用されることが多い。また、公衆トイレ等では、非常に微細なミストを天井から散布する方法も効果的である。芳香臭系の消臭液を用いた脱臭は、老人介護施設などの不快臭のマスクングにも適用され、今後の高齢化社会において小規模汚染対策として使用されていくものを思われる。

3. まとめ

脱臭方法に関する基本的事項について簡単に紹介した。脱臭方法には、それぞれ長所・短所があり、各臭気発生源の臭気発生特性に合わせて、立地条件や経済面で適用しやすく、効果が期待できる脱臭法を選ぶ必要がある。

脱臭法の選択に際しては、①脱臭効率、②設置コストや運転コスト、③設置スペース、④維持管理の容易さ、⑤技術の信頼性について検討することが重要である。この5項目の確認のためには、実際に設置・運転されている脱臭施設を視察し、説明を受けることが大切である。

今後は、工場からの発生臭気の悪臭公害対策だけでなく、小規模な臭気汚染に対する対策も重要視されていくものと思われる。21世紀の脱臭法としては、やはり省資源・省エネルギー型のもので汎用されるであろう。脱臭方法の選択の際にも、「地球にやさしい環境技術」という評価項目も追加され、二次公害も起こさず、電力や薬品の消費量も少ない方法が重視されるものと考えられる。その観点からしても、生物脱臭法は今後も伸びるものと思われる。現在では、大型で高額な脱臭装置が多いが、今後は小型化・高機能化への研究も進められ、小規模臭気発生源にも手軽に適用できる脱臭装置も出現すると思われる。

また、健康に対する関心の高まりの中で、空気清浄機の機能の向上や新たな機能として香りを取り入れて、「清々しさ」や「安らぎ」を作り出せるようなものも売り出されるかもしれない。高齢化社会の到来により、老人介護時の臭気、特別養護老人ホームや老人保健施設などの低濃度の室内臭気についても対策を求められることになり、快適な室内環境に対するニーズは増えるものと考えられる。このような社会背景のもとで、消臭・脱臭に関する研究開発は、その処理対象を工場の高濃度の臭気ガスから室内環境空気まで広範囲に亘って進められるものと考えられる。脱臭技術は、悪臭公害防止から快適生活空間の創造まで幅広い目的のために使われることになる。

参考文献

- 1) 石黒辰吉監修：最新某脱臭技術集成、(株)エヌ・ティー・エス、東京、1997
- 2) 船山富晴編集：最新の消臭剤と消臭技術、工業技術会、東京、1989
- 3) 環境庁大気保全局特殊公害課編集：公害対策技術同友会、東京、1978
- 4) 悪臭防止法の改正と対策動向、(株)エヌ・ティー・エス、東京、1996
- 5) 社団法人臭気対策研究協会編集、生物脱臭の基礎と応用一改訂版、社団法人臭気対策研究協会、東京、1994