

官能試験各法の比較について

石黒辰吉 小山 功 小林温子
重田芳廣* 星加安之* 石黒智彦*
土橋正三郎*

(* 日本環境衛生センター)

1 緒 言

悪臭公害を考える場合、いつも問題になるものの一つに、悪臭の客観的な評価がある。悪臭か否か、また、その程度はとなると、明確な基準はない。人間の嗜好が、気候風土、国民性、生活環境などで異なるのと同様に、“ニオイ”に対する感じ方も、人間によって差がある。臭気に関する研究は、いまだ未知の分野が多い。嗅覚の生理や心理、特有の“ニオイ”を決定する極微量物質の存在、物質の閾値の差や閾値に達した付近の嫌悪性の強さ、発臭機構など追求すべき問題は多い。代表的な臭気成分を表1に示す。これら臭気成分は、濃度や2成分以上の混合割合、環境（気象条件など）、健康状態、嗅ぐ状態などで感じ方がかわることがある。

悪臭公害として、発生源、影響範囲、脱臭効果などの測定（評価）は、現時点では、官能試験を主体とし、臭気成分分析等の手段で補って行く方法がよいと思われるので、今回パネルとして、一流香料会社の調香師をおねがいし、魚腸骨処理工場や獣骨処理工場の乾燥機の排気について、官能試験により臭気濃度を測定した。ここでは無臭室法、注射器法、臭研木下式の各法について比較検討した結果を報告する。

* 臭気濃度：これは有臭試料（たとえば悪臭）を清浄空気等で稀釈していき、臭気閾値まで稀釈した場合の稀釈倍率をいう。

2 試験方法

(1) 臭気濃度試験法

臭気濃度を求めるのに先だち、被検臭気に触れる部分は全て無臭の状態にしておかねばならない。また、稀釈に用いる空気および蒸留水も無臭でなければならない。

しかし、現実には完全無臭状態とすることはほとんど不可能であるため、極力無臭に近い状態で実験を行なった。

ア 嗅窓式無臭室法

嗅ぎ窓無臭室は2立方のステンレスの部屋に嗅ぎ窓がついている。この無臭室に、被検臭気を入れ閾値を求めるが、被検臭気の注入量は閾値以下の濃度から徐々にこの濃度になるようにし、パネルにより臭気濃度を決定する。被検空気はマイラー・バッグ (Mylar Bag; ポリエチレレート・フィルムの商品名) に捕集し、無臭室まで運搬し、注射器に一定量取り無臭室に入れる。

イ 注射器法

臭気試験の一方法でASTM^{*}で採用された方法である。被検臭気を200mlの注射器に採取し、工場の風上の無臭場所まで運び、同容量の注射器で10倍稀釈法により、臭気濃度を求める。

* ASTM: American Society for Testing
Materials, D1391~1457
Method for Measurement of
Odor in Atmosphere (Dilution Method)

なお、上述の注射器法および臭研木下式臭気試験法は保健所の保健婦等もパネルとして加わった。

(3) 試料採取工場及び採取位置

- ① A飼料 板橋区東坂下 魚腸骨処理
- ② B油脂 江東区東砂 魚腸骨処理
- ③ C油肥 江東区東砂 魚腸骨処理
- ④ D油肥 江東区東砂 獣骨処理
- ⑤ E油肥 荒川区荒川 獣骨処理

試料採取位置は各工場とも直火式回転乾燥機排気筒である。E油肥については、棚乾燥のため、そのすぐ上(約3cm)で採取した。

表 1 臭気 (成分) の例

	炭化水素 (エステルを含む)		含窒素化合物		含硫異化		含物		含酸素化合物			含塩化合物	複合化合物 その他	
	1 価基 -NH ₂	2 価基 >NH	3 価基 ≥N	1 価基 -SH	2 価基 >S	ジサルファイド基 -S-S-	エーテル基 >O	アルデヒド基 -CH=O	アルコール基 -CH ₂ OH	フェノール基 -OH	脂肪酸 -COOH			
官能基												-Cl		
無機類													窒素化合物 塩化水素 塩化水素 シアン化水素 ホスゲン 二酸化硫素	
脂肪族 飽和類	メチルアミン エチルアミン n-プロピルアミン n-ブチルアミン i-プロピルアミン i-ブチルアミン	ジメチルアミン ジエチルアミン ジ-n-プロピルアミン ジ-i-プロピルアミン	トリメチルアミン トリエチルアミン トリ-n-プロピルアミン	メチルメルカプタン エチルメルカプタン n-プロピルメルカプタン i-プロピルメルカプタン n-ブチルメルカプタン i-ブチルメルカプタン ジチオエチルグリコール	ジメチルサルファイド ジエチルサルファイド n-プロピルサルファイド メチルエチルサルファイド	ジメチルジサルファイド ジエチルジサルファイド	ジメチルエーテル メチルエチルエーテル ジエチルエーテル	ホルムアルデヒド アセトアルデヒド プロピオンアルデヒド	n-ブチルアルコール n-アミルアルコール n-ヘキシルアルコール	蟻酸 酢酸 プロピオン酸 酪酸 吉草酸	クロロホルム		エチルセレンイド メチルチオシアン i-ニトロ i-シアン メチルエチルケトン	
不飽和類														
脂環類														
芳香族	インドール スカトール ニトロベンゼン ピリジン			チオフェノール ベンジルメルカプタン	ジフェニルサルファイド ジベンジルサルファイド		ジフェニルエーテル	ベンジルアルデヒド	フェノール				塩化ジフェニル ベンジルクロライド	
備考														

3 実験結果および考察

(1) 嗅窓式無臭室法

魚腸骨処理工場の臭気濃度は10,000~400,000であり、前年行なった結果2,500~50,000より高めの値であった。前年に行なった値は低い、これは原料の質の違いや測定日時、パネル等の差によるものと考えられる。

獣骨処理工場については、D工場が直火式回転乾燥機排ガスであり、臭気濃度は15,000~40,000、E工場は旧来の箱型乾燥機で、排ガスの臭気濃度は150,000~200,000であった。

(2) 注射器法

魚腸骨処理工場の臭気濃度30,000~500,000、獣骨処理工場の臭気濃度は750~200,000であった。注射器法で最も注意しなければならないことは、サンプリング方法である。このサンプリングは短時間でさらに採取量が少ないため誤差が入り易く、乾燥機排ガスのように高温多湿の場合には問題がある。また、今回はパネルによるテスト場所を一定とせず、風上の無臭の場所をさがしたが、工場の近くでそのような場所は、なかなか見つけれなかった。

(3) 臭研木下式臭気試験

魚腸骨処理工場の臭気濃度は200~800、獣骨処理工場の臭気濃度は150~500であった。

この方法は、短時間の値は出しにくいこと、濃度変化の大きいとき、高温、多湿の場合など誤差の要因があったが、ともかく比較を目的として行なったデータである。これらの結果を表2に示す。

(4) 試験方法の比較

無臭室法、注射器法および臭研木下式の各方法の比較で最も大きな相違は、前2者が臭気そのものの稀釈であり、後者が水稀釈である。このため、後者は水に溶解されにくい物質とか、水に吸収されると化学変化をおこし易い物質の場合は、臭気濃度変化をきたすことがある。

第2の問題点は、時間である。サンプリング時間が同一でないこと、サンプリングしてから官能試験までの時間差である。臭研木下式はサンプリング時間が長く、前述した欠点をもっているが、採取してからは比較的安定であると思われる。無臭室法はサンプリングしてから官能試験までかなりの時間がかかるので、何らかの方法をこうじなければならない。

表2 各試験法による乾燥機排ガスの臭気濃度比較

(単位：閏値までの稀釈倍率)

試験法 種類	試験 項目	嗅窓式無臭室法	注射器法	臭研木下式	備考
魚腸骨処理	A	13,300	40,000	200 250	大型乾燥機, 大型排気塔 (550 mmφ)
		10,000			
	B	33,000	30,000	400 300	標準排気塔 (400 mmφ)
		100,000			
獣骨処理	C	28,500		800	標準排気塔(")
	D	400,000	500,000	600	標準排気塔(")
		400,000			
E	40,000	750	500	標準排気塔(")	
	15,000				
魚腸骨処理	T	7,000	200,000	200	箱型乾燥機
		5,000			
魚腸骨処理	W	10,000	-	-	昭和43年8月下旬~9月上旬測定 標準排気塔
		2,500			
魚腸骨処理	W	8,000	-	-	昭和43年8月下旬~9月上旬測定 標準排気塔
		25,000			
		20,000			
		6,600			
		13,300			
	50,000				

第3の問題点は、高温・多湿の場合である。採取時に無臭空気で稀釈してしまうとか、何らかの方法が必要であろう。

各法の比較を表3にまとめた。

4 結 語

臭気試験法3方法とも、改善の余地があり完成された方法ではないが、3方法のうち、標準法としては注射器法とし、無臭室法で補正していくのがよいと思われる。

1969年9月下旬の時点で、魚腸骨処理工場乾燥機排気中の臭気濃度はおよそ無臭室法で10,000~400,000、注射器法で30,000~50,000、臭研木下式で200~800であり、獣骨処理工場乾燥機排気中の臭気濃度は少数例のため参考値であるが、無臭室法で5,000~40,000、注射器法で700~20,000、臭研木下式で150~500であった。

この他の方法、たとえば、連続稀釈法、ニオイ紙法および臭気瓶法等の試験比較も実施する必要がある。また、臭気濃度と嫌悪性の関係については今後の課題であり追求してみたい。

終りにパネルとして協力していただいた小川香料、高砂香料およびフリッチェ・ドッチ・アンド・オルコット・ジャパンの調香師の方々に御礼申上げる。

表3 官能試験各法比較

測定法	事項 臭気採取方法	採取時間	稀釈方法	特 徴	欠 点	備 考
無臭室法	マイラーパック (注射器 真空瓶)	15~60分 (2~5秒)	無臭空气中に 直接 任意に稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 任意の採取時間が取れる • 嫌悪性のテストができる • 環境条件に左右されにくい 	<ul style="list-style-type: none"> • 設置費用がかかる • 装置が大きく移動が困難 • 採取容器に臭いがつくため、官能試験までの時間を短くする必要はある 	喫窓式と入室式がある静的官能試験法
注射器法	注射器	3~5秒	無臭空気2 倍または10倍 づつ稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 装置は簡単で価額が安い • 瞬間値がとれる • 嫌悪性テストができる • 試験場所をそれほど選ばない 	<ul style="list-style-type: none"> • 採取容器に臭いがつくため官能試験までの時間を短くする必要はある • 一回の官能試験臭気量が少ない 	動的官能試験法
臭研木下式	蒸留水入り 吸収瓶	1~3 時間	無臭蒸留水に 任意に稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 吸収すれば比較的安定のため、時間を急がなくてよい • ガスの吸収量のチェックがいらぬ • 任意の稀釈倍率がとれる 	<ul style="list-style-type: none"> • 水と反応する臭気には使えない • 全ての臭気が水に対し同一の溶解度、同一の発臭性をもっているのではない • 気液平衡に達したかどうか判定しにくい • 瞬間最高濃度の試験ができない 	静的官能試験法
食塩水平衡法	1%食塩水	1~3 時間	1%食塩水に 任意に稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 吸収すれば比較的安定のため、時間的に急がなくてよい • ガス吸収量のチェックがいらぬ • 任意の稀釈倍率がとれる 	<ul style="list-style-type: none"> • 食塩水と反応する臭気には使えない • 全ての臭気が食塩水と同一の溶解度同一の発臭性をもっているのではない • 気液平衡に達したかどうか判定しにくい • 瞬間最高濃度の試験ができない 	静的官能試験法
オルファクト テスト	水または有 機溶媒	1~3 時間	無臭空気と任 意に稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 官能試験中に濃度変化をさせられる • 数種類の臭気を混合させられる • 任意の稀釈倍率がとれる 	<ul style="list-style-type: none"> • 比較的装置が大きくなる • 瞬間最高濃度の試験ができない • 採取時に気液平衡に達したかどうか判定しにくい • 臭気の嫌悪性のテストができない 	半動的官能試験法
臭気瓶法	水または有 機溶媒	1~3 時間	無臭蒸留水で 任意に稀釈	<ul style="list-style-type: none"> • 吸収すれば比較的安定のため時間的にそれほど急がなくてもよい • 任意の稀釈倍率がとれる 	<ul style="list-style-type: none"> • 発生臭気濃度を推定しにくい • 瞬間最高濃度の試験ができない • 臭気を嗅ぎにくい • 嫌悪性のテストが行ないにくい 	一般的な香水の試験方法の改良 静的官能試験法
ニオイ紙法	直接ニオイ 紙に吸着さ れる(または 水等に吸収)	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 器具は簡単、価額が安い • 嫌悪性テストができる 	<ul style="list-style-type: none"> • 稀釈がむずかしい 	一般的な香水の 試験方法 静的官能試験法

参 考 資 料

1) Guadagni, D. G., Buttevey, R. G., and Okano, S: J. Sci. Food Agr., 14 761 (1963)

2) 坂部弘之, 松下秀鶴, 鈴木康友, 左右田礼典, 有藤平八郎; 大気汚染防止に関する総合研究報告書, 科学技術庁, 1963 (昭和44年3月)

3) 山西貞; 化学と生物 5: 219 (1967)

4) 重田芳広; 悪臭公害対策セミナー講演, 産業環境工学研究会 (昭和43年8月)

5) 重田芳広, 中川文之, 桑田昌治, 杉山宏之; 産業環境工学, 65~66合併号51 (1969)

6) 東京都公害研究所年報; 第1巻第1部大気編 51 (1970)