

下水道施設の臭気対策へのアプローチ

建設省土木研究所 正員 ○安 藤 茂
日本環境衛生センター 重 田 芳 廣

はじめに

下水道の終末処理場やポンプ場等の建設に際して、建設予定地周辺の住民による反対運動が起り、施設用地の取得や工事の着手が遅れる例が多くなっている。これらの施設建設に対する反対理由は場所によって多少の差はあるものの、大部分が処理場という言葉、物に対するイメージ的な抵抗感と、悪臭等の2次公害に対する危惧感によるものである。

このため、下水道事業担当者は、処理場を地下式にするとか覆蓋を架けて、上部を公園や厚生施設とし、住民の余暇活動の場に提供したり、あるいは悪臭ガスの換気・捕集設備・脱臭設備を設けて2次公害に対する不安の解消を図ることを余議なくされている。下水道の整備が進むのに伴って処理場等の数が増え、しかもそれらの大半は人家の密集する市街地に建設されることになるので覆蓋化と換気・脱臭設備等の設置の機会はますます増えることとなる。

しかしながら、処理場から発生する臭気の実態については、必ずしも科学的に解明されているとはいえず、覆蓋や脱臭設備の必要性や効果の判定、ならびに適切な設備の計画設計法も確立されていない現状にある。事業の性格上からも不合理な対策を立てるわけにはいかないので、今後、早急に問題点を明らかにし、その解決を図らなければならない。

1. 臭気および悪臭一般について

1.1 嗅覚とにおいの種類について

高等動物が臭気をどのようなメカニズムで感知しているかについては古来より多くの学説が提唱されて来たがまだ完全といえるものはない。一般には、においの正体が物質の粒子であると考え、においのある物質から揮発性の分子が空気中に拡散されて吸気とともに鼻腔に入り、嗅神経を刺激してにおいを感じるという粒子説が信じられている。

においをもつ化学物質は有機化合物200万種の約1/5 40万種あるといわれ、そのうちの10万種が人間の嗅覚で判別できるといわれている。

1.2 においの特性

(1) 化学的特性

においと物質の化学構造との間には一応の関連性があると考えられているが、その内容は完全に把握されているわけではない。一般的には分子量で26~300程度のものが有臭物質であり、不飽和化合物はそれに対応する飽和化合物よりにおいが強いとされている。

またカルビノール基($-\text{CH}_2\text{OH}$)、カルボニル基($=\text{CO}$)、カルボキシル基($-\text{COOH}$)、水酸基($-\text{OH}$)、サルフィド基($-\text{SH}$)を含むものはにおいのあるものが多く、硫黄を含む場合には悪臭物質であることが多いといわれている。

(2) 強度特性

嗅覚は鼻という感覚器官の反応によるものであるが生理学上、感覚器官の反応には、Weber-Fechner(ウェバー・フェヒナー)の法則があてはまるとされている。悪臭に対する嗅覚にこの法則をあてはめると、「悪臭物質質量と嗅覚刺激の強さの関係は、悪臭物質質量を対数目盛にとると、嗅覚刺激の強さは物質別のある常数をかけた値に比例する」ということになる。式で示せば次の通りである。

$$E = K \log R \quad \dots\dots\dots (1)$$

E: 嗅感覚量, K: 常数, R: 悪臭物質の刺激量

(3) 臭気の一般的な性質

悪臭対策を講じようとする際考慮すべき臭気の一般的な性質をDaigueは次のようにまとめている。

- (a) 正常な人間は皆嗅覚をもっていること。
- (b) 物質には臭気のあるものとないものがあること。
- (c) ある程度の距離があってもにおいは感じられること。
- (d) 化学組成の異なった物質でも似たにおいがあること。
- (e) 化学的に同一の条件にある物質は似たにおいをもつ。(ただし、同質異性体ないし立体的同質異性体は異ったにおいをもつ)
- (f) 高分子物質は通常においをもたず、不揮発性、難溶性であることが多い。
- (g) 臭気は希釈によって、その強度も変るが性質も変る。
- (h) 嗅感覚は疲労しやすい。
- (i) 1つのにおいに対する疲労は異ったタイプのにおいの知覚には影響しないが、同種のにおいの知

覚に影響する。

(j) 2つ以上の臭気物質はお互いに打消しあうことがある。(反対に弱臭成分同志が強臭を作ることもある。

(k) 臭気は風に乗って風下に流される。

1.3 臭気の測定・評価

(1) 官能試験と化学分析

前述のように嗅覚は必ずしも、発臭物質の濃度に比例するわけではないので、測定や評価の仕方は難しいことになる。つまり、1.3の(3)の各項を含め、トータルは感覚の強さで評価しても良いし、感覚の刺激源である臭気物質の濃度で評価しても良いわけである。前者の場合は官能試験と呼ばれる各種の方法によって測定され、後者は希薄な臭気物質を濃縮して化学分析によって測定される。官能試験法としては無臭室法、空気希釈法、食塩水平衡法などがあるが、空気希釈法の中の三点比較におい袋法が最もポピュラーな方法となっている。化学分析は現行の悪臭防止法でも採用している方法であるが、主としてガスクロマトグラフなどの機器を用いた手法によるものである。紙数の都合で判定方法については説明を省略するので詳細については関連図書を参考にされたい。

なお、嗅覚による臭気の強さの評価法として、6段階臭気強度表示法、快・不快表示法(9段階法、5段階法)、生活環境不快感(長期間表示)などがあり、臭気濃度を利用したオーダー値という表現方法もある。

(2) 臭気の負荷量概念、臭気排出速度

三点比較式におい袋法では、複数の人間が検査者となって無臭空気希釈した試料を嗅ぎ、識別しうる最希釈試料の希釈倍数を統計的に算出し臭気濃度としているが、この臭気濃度と有臭ガスの排気量から臭気排出強度(Oder Emission Rate=OER)を次式で計算し、負荷量的な臭気の大きさを比較することができる。

$$OER = \text{臭気濃度} \times \text{排出ガス量} (\text{Nm}^3/\text{分})$$

OERは、処理場等施設規模の相違による差、異質施設間における臭気の加害程度を予測できることに大きな特徴がある。

2 臭気対策の現況

土木研究所の調査によると昭和51年度末現在、全国で稼働中の下水処理場は、流域、公共、特定環境の各下水道を合わせて362箇所あり、このうち、覆蓋をしたり、地下ないし半地下式にしている所が箇所ある。そのうち、実際規模の脱臭設備を設けているのは箇所である。

2.1 覆蓋の方法

覆蓋は当初、美観保護、敷地の多目的利用の観点から計画されたものが多く、臭気対策を目的として当初から設置する様になったのは最近の事である。前者の場合、空気を仕切ることによって、内部で作業に従事する作業者の労働衛生保全のために換気が必要となり、換気ガスの拡散に限界があることから脱臭設備を設置するということになり、結果的に臭気対策となったものが多い。このため、一般に臭気の捕集空間が大きく、希薄な臭気ガスを集めている例が多い。最初から臭気対策を目指したものは捕集空間を小さくしてできるだけ小量で濃度の高い臭気を捕集することに意を置いている。しかし、沈砂池附近の篩渣や沈砂の掻上げ機、汚泥脱水機附近では空間全体の換気捕集に頼らざるを得ないようである。

2.2 脱臭設備

悪臭ガスの臭気成分を取り除く方法には色々なものがあるが大きく物理学的なもの、化学的なもの、生物学的なもの3つに分類される。

物理的な脱臭方法としては水洗法(噴霧法、充填塔法、水中通気法)、冷却法(凝縮法)、吸着法(活性炭法)があり、化学的な方法としては薬液洗浄法(酸・アルカリ洗浄法)、酸化法(オゾン酸化法、塩素酸化法)、化学吸着法(イオン交換樹脂吸着、石炭吸着法)、マスキング法、燃焼法(直接燃焼法、触媒燃焼法)があり、生物学的方法としては土壌処理法や活性汚泥法がある。

下水道施設では一般に濃厚な臭気に対しては水洗法と燃焼を組合わせたもの、オゾン等による酸化法が用いられ、希薄な臭気に対しては酸・アルカリ洗浄法、イオン交換樹脂吸着法、土壌処理法などが用いられている。またマスキング法は密閉化による臭気捕集が困難な場所、たとえばスクリーン周辺等で用いられることが多い。

3 下水道施設における臭気の実態

3.1 既往資料にみられる実態

下水道施設の臭気に関し、数量的にその実態を把握した調査の資料は極めて少なく、一律的な傾向さえつかめないのが実情である。表1はStern等の資料から作成した下水道施設で検知される臭気成分とその分子量、閾値などの一覧表である。これらの表や、日本国内の文献から拾ったデータによると、処理場等で臭気の原因となっている物質としては、硫化水素、メチルメルカプタンなどの還元型硫黄化合物、アンモニア、トリメチルアミン等の低級アミン類、酢酸、プロピオン等の低級脂肪酸類など極めて多種多様な物質を含む。

間に採取したものである。また（ ）書きは⑦系の排ガスとし尿投入槽からの排ガスが混合した後のものである。したがって濃縮槽からの排ガスを正しく示しているとはいえないものである。

〔官能試験法による臭気濃度〕 臭気濃度の大きなものから順に並べると、濃縮槽は別格として、節渣置場沈砂池および前曝気槽、初沈、曝気槽、脱水機室、敷地境界の順となっているが初沈以降は濃度100以下であるから、処理場で臭気発生源として注意しなければならないのは沈砂池周辺、前曝気槽、汚泥処理施設であり、当処理場では処理容量に余裕があるとはいえ、水処理系のうち、初沈以降は濃度的には大したことがないといえよう。

〔化学分析結果〕 測定結果はいずれもppb単位で示されているが、絶対量で多いものを拾ってみると、アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、n-ヘキサン、ジクロルメタン、アセトン、ベンゼン、クロホルム、トリクロルエチレン、トルエン、n-ノナン、エチルベンゼン、m-p-キシレン、n-デカン、o-キシレン、プロピルベンゼン、エチルトルエン+メシチレン、n-ウンデカン、1,2,4トリメチルベンゼン、フタレン、n-ドデカンなどである。勿論これらの物質は施設によって濃度が様々であるがいずれも共通して高い値を示している。これらの物質は閾値がすべて明らかにされているわけではないので、嗅感覚の量での比較はできないが、アンモニア（閾値46.700ppb）、四塩化炭素（同21.400ppb）、ベンゼン（同4.680ppb）、トリクロルエチレン（同21.400ppb）、トルエン（同2.140ppb）などは閾値が高いのであまり問題とならず、閾値と比べて物質濃度が高い硫化水素（閾値4.7ppb）、メチルメルカプタン（同2.1ppb）、硫化メチル（同1.0ppb）などの硫黄化合物がやはり悪臭の原因物質となっているようである。

表2はGC-MS分析法による常温吸着試料の物質同定結果を示したものである。炭化水素類について初沈と曝気槽を比べてみると、初沈にみられる「Cに対してHの少ない物質（不飽和物）」は曝気槽では一部消失し、反対に初沈では見られない「Cに対してHの多い物質（飽和物）」が発生している。正常な運転が行なわれている処理場を訪ずれた人が良く経験する初沈の下水臭と曝気槽のカビ臭との違いをこのデータは実証しているものと思われる。

表2 下水処理施設の各工程から発生する臭気のGC-MS分析の結果

名 称	構 造	前曝気槽	初沈	曝気槽	水処理系	濃縮槽	洗浄槽	脱水機室	名 称	構 造	前曝気槽	初沈	曝気槽	水処理系	濃縮槽	洗浄槽	脱水機室
炭化水素	C _n H _{2n-2}	C ₁₂ H ₁₈	○	○					炭化水素	ベンゼン	C ₆ H ₆	○	○	○	○	○	○
	"	C ₁₀ H ₈	○	○						トルエン	C ₆ H ₅ CH ₃	○	○	○	○	○	○
	"	C ₁₀ H ₁₆	○	○						キシレン	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	○	○	○	○	○	○
	"	C ₁₀ H ₁₈	○	○						C _n H _{2n-6}	C ₈ H ₁₄	○	○	○	○	○	○
	"	C ₁₂ H ₁₈	○	○						"	C ₁₀ H ₁₆	○	○	○	○	○	○
	"	C ₁₂ H ₁₈	○	○						"	C ₁₀ H ₁₈	○	○	○	○	○	○
	C _n H _{2n-4}	C ₁₂ H ₁₆	○	○			○	○	炭化水素	ナフタリン	C ₁₀ H ₈		○		○		○
	C _n H _{2n}	C ₈ H ₁₆								メチルナフタレン	C ₁₁ H ₁₀						
	"	C ₈ H ₁₈	○	○						ジエチルエーテル	C ₄ H ₁₀ O			○			
	"	C ₈ H ₁₆	○	○						ベンゾフェノン	C ₁₃ H ₁₀ O						
	"	C ₈ H ₁₈	○	○						2,6-ジターシャリー	C ₁₀ H ₁₄ O		○	○			
	"	C ₈ H ₁₆	○	○						ジメチルナフタレン	C ₁₂ H ₁₈ O		○	○			
炭化水素	C _n H _{2n+2}	C ₈ H ₁₈					○	○	炭化水素	クロロベンゼン	C ₆ H ₅ Cl	○	○	○			○
	"	C ₁₀ H ₂₂								モノクロロベンゼン	C ₆ H ₄ Cl						
	"	n-C ₁₀ H ₂₂	○	○			○	○		クロロベンズアルデヒド	C ₆ H ₄ CHO						
	"	C ₁₂ H ₂₆								四塩化炭素	CCl ₄			○			
	"	n-C ₁₁ H ₂₄								テトラクロロエチレン	C ₂ Cl ₄			○			
	"	C ₁₂ H ₂₆								トリクロル	C ₂ HCl ₃			○			
	"	n-C ₁₂ H ₂₆							その他	ペンゾジアゾール	C ₁₀ H ₈ N ₂					○	
	"	n-C ₁₄ H ₃₀															
	"	C ₁₂ H ₂₆															
	"	n-C ₁₂ H ₂₆															
	"	n-C ₁₄ H ₃₀															
	"	n-C ₁₆ H ₃₄															

(5) 下水処理場の臭気排出強度(OER)について

前述のように各処理施設から発生する臭気の臭気濃度および、排ガス風量を用いると個々の施設のOERを算出することができる。更にそれらを合計すれば、処理場全体から排出される臭気排出強度(TOER)が得られ、処理水量で除せば処理水量当りのOERやTOERの値を求めることができる。今回の調査結果などから、これらの値を試算してみると表3に示すようになる。

表3 OERおよびTOERの算出

処理場	発 生 源	風 量 (Nm ³ /分)	臭 気 濃 度	O E R (Nm ³ /分)	処理水量 m ³ /分	単位O E R (Nm ³ /分/m ³)	備 考
F・T 処理場	沈 砂 池	335	520	1.742 × 10 ⁵	14,583	1.195 × 10 ⁴	$\frac{730+310}{2}=520$ し尿投入槽の排ガスを含む
	水処理全体	540	98	5.292 × 10 ⁵	"	3.629 × 10 ⁴	
	前曝気槽	400	730	2.92 × 10 ⁵	"	2.002 × 10 ⁴	
	最初沈殿池	400	98	3.92 × 10 ⁴	"	2.688 × 10 ³	
	曝 気 槽	400	73	2.92 × 10 ⁴	"	2.002 × 10 ³	
	汚泥洗浄槽	170	410	6.97 × 10 ⁴	"	4.779 × 10 ³	
	汚泥濃縮槽	100	13,000	1.3 × 10 ⁶	"	8.914 × 10 ⁴	
	計	—	—	1.9043 × 10 ⁶	"	1.306 × 10 ⁵	
K・T	全 体	1,500	230	3.45 × 10 ⁵	48.0	7.188 × 10 ³	
A	全 体	—	—	—	—	8.19 × 10 ⁴	
H・E	沈 砂 池	310	610	1.86 × 10 ⁵	43.75	4.251 × 10 ³	

4. 悪臭対策へのアプローチ

4.1 対策の立案以前に検討しておくべき事項

下水道施設からの臭気問題に対処するに際しては、次の様ないくつかの事項を検討する必要がある。

- (1) 実態の把握
- (2) 対策が必要かどうかの判断とその手法の基準化
- (3) 臭気ガスの捕集方法の検討
 - (a) 液相・気相間における臭気物質の移動
 - (b) 覆蓋等密閉化の改善と換気回数概念の見直し
- (4) 脱臭方法の検討
 - (a) 悪臭物質単体の嗅覚刺激量と感覚量の関係把握
 - (b) 発生臭気毎の相対臭気強度の把握
 - (c) 高相対臭気強度物質の物理的・化学的特性々状の検討
 - (d) 物質の特性を生かした効果的・経済的脱臭方法の検討
 - (e) 悪臭除去方法の組合せ方法の検討の総合評価
- (5) 希薄臭気成分の大気中での拡散に関する検討
 - (a) 点源からの臭気排出モデルの見直し検討
 - (b) 面源からの臭気排出モデルの開発

4.2 検討事項に関する1, 2の考察

(1) 臭気ガスの捕集方法について

前述のとおり、下水道施設のうち処理場の臭気は主として、沈砂池とその関連機械、前曝気槽、最初沈殿池、曝気槽、汚泥濃縮槽、洗浄槽、脱水機室、焼却炉などから発生する。臭気ガスの捕集という観点からみると、これらの施設は次の4つに分類できる。

- ① 機械が複雑であるため、キュービクルないし独立した部屋に封じこめ、部屋全体の空気を吸引するもの…………… スクリーン、沈砂掻上機、脱水機
 - ② 比較的静穏な水面をもち、水面上の空間余裕を小さくにとってカバーし、中の空気を吸引しうるもの…………… 最初沈殿池、沈砂池、濃縮槽、洗浄槽
 - ③ ②と同様水面上の余裕は相当小さくにとってカバーができるが、水面は静穏ではなくかつ、外部からの空気吹込みのあるもの…………… 前曝気槽、曝気槽
 - ④ 施設自体が密閉化されており、ガス排出装置をもち加圧ガスが排出されるもの…………… 焼却炉
- これらのうち、①は建築設備における換気概念を導入することができ、④は附帯設備として排ガス処理装置さえ設けられるものなので、捕集上はまず問題ない。そこで、ここでは②と③について若干の考察を行ってみる。

(a) 沈殿池タイプの臭気捕集の考え方

一般に最初沈殿池のような水槽からの臭気を捕集する場合には図2(a)のように槽の水面から50cm程度の高さにある槽壁天端に蓋を架け、ファンとダクトによる吸引を行なっている。この場合、①吸引する空気量は極力少なくすること、②間隙孔での風速が、臭気物質の拡散速度よりも大きいものであること、の2点に留意すべきである。

今、沈殿池でのガス収支を図2(b)のようにモデル化すると、吸引空気量(Q_d)と漏洩空気量(Q_i)との間には次の式が成立つ

$$Q_d = Q_i = \sum q_i = v_i \sum a_i \cdot f_i \dots\dots\dots (2)$$

ここに q_i : 個々の間隙から漏洩する空気量(m^3/s)、 v_i : 間隙を通過する空気の流れ速度(m/s)、 a_i : 個々の間隙の面積(m^2)、 f_i : a_i に係る常数 である。

v_i は、外圧を P_0 (mmAq)、内圧を P_1 (mmAq) とすると、20℃ の場合

$$v_i = \sqrt{2g \cdot (P_0 - P_1) / r} = \sqrt{19.6 \times (P_0 - P_1) / 1.204}$$
$$= \sqrt{16.269 (P_0 - P_1)} = 4.03 \sqrt{P_0 - P_1} \dots\dots\dots (3)$$

となる。また v_i は、臭気物質の最大拡散速度 v_d より大きくなければならぬので

$$v_i = 4.03 \sqrt{P_0 - P_1} \geq v_d \dots\dots\dots (4)$$

が成立ち、 $P_0 - P_1 \geq v_d^2 / 16.269 \dots\dots\dots (5)$
でなければならない。例えば、 $v_d = 1.0 m/s$ とすると

$$P_0 - P_1 \geq 1/16.269 = 0.06 \text{ mmAq}$$

であれば良いことになる。

一方 Q_i については、いま図3のように覆蓋したとき、平均2mmの間隙のあるものとする、1m巾の蓋

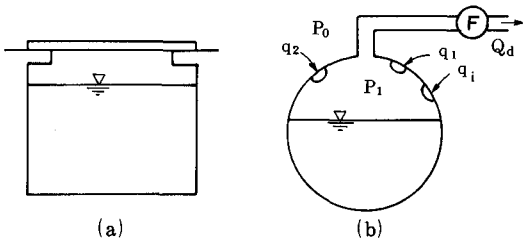


図2 沈殿池タイプの臭気捕集

をすとして、 1 m^2 当りの間隙面積 $[a_i]$ は

$$[a_i] = (1+4) \times 0.002 \div 4 = 0.0025\text{ m}^2$$

$v_i = 0.5\text{ m/s}$ とすれば $[Q_i] = 0.00125\text{ m}^3/\text{s} = 4.5\text{ m}^3/\text{H}$ となる。水面上の空間余裕高を 0.5 m とすれば、

$$\text{換気回数} = 4.5\text{ m}^3/\text{H} \div 0.5\text{ m}^3 = 9\text{ 回}/\text{H}$$

となる。

(b) 曝気槽タイプの臭気の捕集

(a)の場合と同様、図4の様にモデル化し、空気吹込み量を Q_B (m^3/s)とすると

$$Q_d = Q_B + Q_i = Q_B + v_i \Sigma q_i \dots\dots\dots (6)$$

となる。この場合、厳密に云えば、 $P_0 - P_1$ の差圧により、 Q_B の量が増えるか、 Q_B の能力を小さくすることが可能だが、水深に換算するとほとんど無視できる値である。

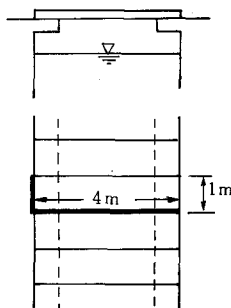


図3 間隙の配分

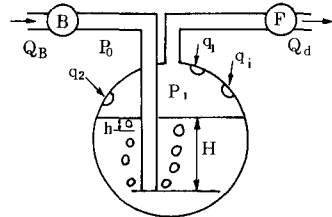


図4 曝気槽タイプの捕集

(2) 悪臭主成分の確認

臭気対策を立案する場合には化学分析によって絶対濃度を測定しただけでは不充分であり、感覚器官に与える刺激量を同一のレベルで比較できる形にする必要がある。たとえば、閾濃度を C_T とし、任意の絶対濃度を C とした時、 C に対応する刺激量 R を $R = C/C_T$ で示すわけである。

さてこの様にして R を個々の臭気物質毎に算出できれば、どの物質がその臭気ガスの主成分となっているかを評価できるので、 R の大きな物質を目標に脱臭対策を講ずれば良いことになる。

臭気ガスの主成分を明確にすることにより、その化学的、物理的特性も容易に把握できるので、それらの特性を利用した脱臭方法を検討すれば良いわけである。例えば酸性のガスであればアルカリ洗浄が有効であろうし、被吸着性の強いガスであれば活性炭吸着の効果的であろう。

なお、以上の手法では臭気に関する特性のいくつかを無視し次の様な仮定の上に成立っていることに留意しておく必要がある。

- ① 機械的または化学的誤差が希釈の際にないこと。
- ② 希釈倍数と閾値を出した時の条件が同一で安定しかつ再現性のあること。
- ③ 臭気成分個々の間の化学的反応、臭気の相乗、相殺作用のないこと。
- ④ 混合臭気を構成する各物質は多成分系の中でも単一物質としての感覚量的な特性を失わないこと。

(3) 臭気物質の感覚量的特性と除去率

排ガス中の臭気物質の初期絶対濃度を C_0 、その時の臭気強度を E_0 とし、脱臭によって臭気物質の濃度が C_1 (臭気強度 E_1)になったものとする。前述のように、

$$R_0 = C_0/C_T, R_1 = C_1/C_T \text{ であるから、} E_0 = k \log R_0, E_1 = k \log R_1 \text{ となり、従って、}$$

$$R_0 = \exp[E_0/k], R_1 = \exp[E_1/k] \dots\dots\dots (7)$$

が成立つ。 $\Delta E = E_0 - E_1$ とおけば、所要物質除去率 r は

$$r = (R_0 - R_1)/R_0 = 1 - \exp[\Delta E/k] \dots\dots\dots (8)$$

となる。(8)式の r と ΔE や k との関係を図示してみると図5のようになる。同図より、嗅感覚による脱臭満足度をより高めるためには r の値はより大きくとる必要があること、及び物質に固有な k の値の影響を受け、 k の値が大きいほど r の値は相対的に小さくて良いことがわかる。即ち、一定の ΔE を保持する場合、 k の値が大きいほど、低い除去率でも嗅感覚には満足のいく効果を与えるということである。

このように臭気物質の C_T や k 値を知ることによってより経済的で効果的な脱臭対策が立てられるはずである。しかしながら、残念なことに、統一的手法でこれらの値を測定した例がない。今後早急にこれらの測定を実施しておく必要があると考えている。

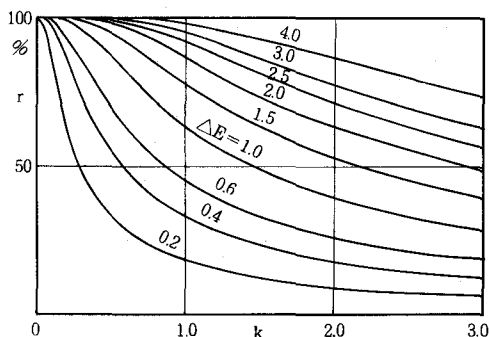


図5 ΔE と r と k との関係

参考文献

- 1) 臭気と脱臭方法に関する調査報告書(予備調査編)土木研究所資料1257号、建設省土木研究所 昭和52年7月
- 2) 昭和52年度下水道事業調査費報告、建設省土木研究所 昭和53年6月
- 3) 安藤：下水道終末処理場における臭気対策、公害と対策 Vol.14 No.5～5 昭和53年5～6月
- 4) Direct Environmental Factors at Municipal Wastewater Treatment Works, EPA-430/9-76-003 Construction Grants Program Information, Jan. 1976 US-EPA

別表1 下水処理施設および脱臭施設の各工程からの排ガスの臭気濃度と臭気物質濃度 (ppb)

記 号	記 号		採取箇所	①	①-2	①-3	②	③	④	⑤	⑥	
	化学式											
	名 称	化学式										
1	臭 気	ア ン モ ニ ア	NH_3	310,730	730,1300	550, 31	2300,980	730	98	73	98	
2		N	トリメチルアミン	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	95	23	17	68	24	32	3	45
3		S	硫 化 水 素	H_2S	14	—	—	0.4	T	T	T	T
4		化	メチルメルカプタン	CH_3SH (1)	92,642	50,563	6,207	1,120	124	115	—	115
5		合	硫化メチル	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$	18, 34	15,103	1, 07	55	34.9	4.6	—	82
6	物 質	二硫化メチル(1)	$(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$	4, 09	3, 17	2, 08	3.3	36.9	12.6	—	6.7	
7			ホルムアルデヒド	HCHO	4, T	4, ND	1, 1	ND	35	ND	—	ND
8			アセトアルデヒド	CH_3CHO	T, —	—, —	—, —	T	T	T	T	T
9		フ	フェノール	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	T, —	—, —	—, —	T	T	T	T	T
10		エ	0-クレゾール	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{OH}$	T, —	—, —	—, —	ND	ND	ND	ND	ND
11	ノ 類	m-クレゾール	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{OH}$	T, —	—, —	—, —	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12			p-クレゾール	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{OH}$	T, —	—, —	—, —	ND	ND	ND	ND	ND
13			イソペンタン	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}\text{CH}_2\text{CH}_3$	18	1.7	2	V	10	2.5	1.3	1.5
14			n-ペンタン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	25	22	24	V	7	4.6	2.5	1.7
15		炭	2メチルペンタン	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	48	4.4	1.7	V	20.2	—	—	1.4
16	化 水	3メチルペンタン	$(\text{CH}_3)_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	1.3	1.7	1.1	V	11.9	—	—	1.1	
17			n-ヘキサン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	11.9	10.3	11.5	V	34.1	12.3	—	5.56
18			メチルメルカプタン	CH_3SH (2)	—	—	—	V	—	—	—	—
19			メチルシクロペンタン	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}\text{CH}_3$	21	22	12	V	58.7	6.8	3.3	2.6
20			硫化メチル(2)	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$	—	—	—	V	—	—	—	—
21	素 有	2メチルヘキサン	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	0.8	0.9	1.1	V	—	—	—	0.6	
22			3メチルヘキサン	$(\text{CH}_3)_3\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	1.0	0.9	2	V	2.6	—	—	0.6
23			n-ヘプタン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	0.8	0.9	1.7	V	8.6	—	—	0.4
24			ジクロロメタン+アセトン	$\text{CH}_2\text{Cl}_2 + (\text{CH}_3)_2\text{CO}$	15.9	8.3	1.2	V	99.1	91.3	10.2	4.0
25		機	四塩化炭素	CCl_4	—	—	1.38	V	22.1	—	—	—
26	塩 素 化 合 物	ベンゼン+クロロホルム	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CHCl}_3$	3.6	3.1	5.6	V	14.50	8.98	38.1	20.2	
27			トリクロロエチレン	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{OCHCl}_2$	128	12	9.1	V	15.6	35.1	26.1	—
28			トルエン (1)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	8.1	6.8	10	V	24.70	12.9	12	10.2
29			テトラクロロエチレン	$\text{C}_2\text{Cl}_4\text{OCCl}_2$	1.4	3	—	V	—	20	11.5	—
30			トルエン (2)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	313,915	V	27.5	129	49.7	84.3	48.6	8.3
31	炭 化 水 素	n-ノナン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	47,40	V	4.3	193	2.7	24	13	5.7	
32			エチルベンゼン+mpギシン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_2$	278,50.2	V	21.4	260	36.4	18	35.9	36.6
33			n-デカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	42,73.9	V	5.4	431	4.8	3.1	14.7	9.1
34			0-キシレン	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	131,41.1	V	9.3	181	8.1	6.9	11.7	12.5
35			イソプロピルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	45,41.1	V	2.5	321	1.4	1.8	4.8	2.7
36	化 水 素	n-プロピルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	103,12.2	V	4.5	11.5	3.6	3.9	10.2	8.1	
37			エチルトルエン+メシチレン	$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5 + \text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_2$	166,29.7	V	9.6	371	12.9	9.0	24.1	15.2
38			n-ウンデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$	106,56.4	V	5	366	8.2	5.3	14.3	12.5
39			1,2,4トリメチルベンゼン	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	19.7,13.7	V	8.1	—	11.5	8.2	21.5	14.6
40			ナフタレン+nドデカン	$\text{C}_{10}\text{H}_8 + \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$	5.7,37.8	V	1.5	27	—	3.4	7.7	6.1
41	素 有	n-トリデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$	25,16.7	V	—	15.9	1.6	1.2	2.3	1.8	
42			n-テトラデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$	24, 6.9	V	—	7.8	1.2	0.8	1.6	1.5
43			n-ペンタデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$	12, 3.2	V	—	—	0.3	0.4	0.9	0.7
44			n-ヘキサデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$	0.4, 0.4	V	—	—	0.3	0.2	0.4	0.3
45			n-ヘプタデカン	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3$	0.3, 0.4	V	—	—	—	—	—	—
46	低 級 脂 肪 酸	ジブチルワタレート	$\text{C}_8\text{H}_{17}(\text{COOC}_4\text{H}_9)_2$	1.1, —	V	1.8	0.6	—	—	0.2	—	
47		酢 酸	CH_3COOH	12	1.6	0.2	0.7	1.1	T	0.7	V	
48		プロピオン酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	0.2	0.3	—	0.1	0.1	—	0.1	V	
49		イソ酪酸	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$	0.1	0.2	0.1	0.5	—	0.3	0.3	V	
50		n-酪酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	0.6	0.7	T	0.7	T	0.1	0.1	V	
51		イソ吉草酸	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$	—	—	0.1	—	—	—	—	V	
52		n-吉草酸	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	T	T	T	T	T	T	T	V	

注1. TはTrace, NDは検出せず, —は測定値なし, Vは測定せずを示す。

注2. 一欄に2つの数字があるものは日をかえて二回調査したものを示す。

別表 1 の続き

	⑥-2	⑥-3	⑦	⑦-2	⑦-3	⑦-4	⑧	⑧-2	⑧-3	⑨	⑩	⑪
	酸・アルカリ 洗浄後	活性炭 吸着後	濃縮槽系	水洗後	イオン 交換後	活性炭 吸着後	洗浄槽系	酸・アルカリ 洗浄後	活性炭 吸着後	脱水機室	脱水 泥置場	敷地境界
0	55	17	130(3,000)	(55,000)	(17,000)	(980)	410	98	10以下	10以下	V	10以下
1	68	41	(69)	(53)	(59)	(29)	85	61	41	308	V	39,23
2	—	—	—	—	—	—	T	—	—	T	V	—
3	166	96	(65,400)	(66,800)	(112,000)	(41)	429	25	23	17	V	—
4	86	ND	(328)	802	(278)	(352)	62	149	27	03	V	—
5	59	66	(594)	(154)	(127)	(36)	08	06	03	15	V	—
6	ND	ND	ND	ND	ND	T	ND	ND	ND	ND	V	—
7	—	—	T	—	—	—	T	—	—	T	V	—
8	—	—	T	—	—	—	T	—	—	T	V	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	V	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	V	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	V	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	V	—
13	14	12	(07)	(12)	(12)	(11)	24	11	14	117	256	V
14	2	17	(09)	(09)	(08)	(09)	16	01	09	63	96	V
15	01	08	—	—	—	(08)	2	11	14	6	61	V
16	11	09	(137)	(15)	(18)	(07)	32	1	21	4	33	V
17	588	826	(18)	(14)	2	(12)	76	33	54	7	55	V
18	—	—	—	(143)	(898)	—	—	—	—	—	—	V
19	3	32	—	—	—	—	58	11	39	2	—	V
20	—	—	—	(468)	(195)	(241)	—	—	—	—	155	V
21	—	—	—	—	—	—	—	05	—	17	23	V
22	04	03	(03)	(03)	—	(03)	1	08	09	27	21	V
23	—	—	(04)	(03)	—	(03)	1	05	06	2	21	V
24	863	454	(413)	(588)	(632)	(357)	288	163	816	133	788	V
25	—	—	(74)	—	(68)	—	114	—	—	35	—	V
26	238	86	(44)	(13)	(45)	(36)	5	—	25	103	176	V
27	134	22	(154)	(48)	(19)	—	—	—	—	—	—	V
28	118	226	(121)	(46)	(842)	(128)	170	—	448	186	188	V
29	—	104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	V
30	809	564	(346)	(539)	(545)	(105)	858	885	526	167	212	V
31	15	23	(26)	(12)	(25)	(43)	31	25	189	27	21	V
32	117	176	(208)	(85)	(213)	(402)	41	431	222	311	192	V
33	37	25	(188)	(18)	(38)	(68)	58	7	39	45	47	V
34	46	52	(93)	(43)	(75)	(139)	85	103	72	88	72	V
35	12	11	(2)	(13)	(16)	(18)	25	27	29	1	16	V
36	29	32	(84)	(22)	(45)	(56)	59	81	55	32	58	V
37	61	82	(158)	(32)	(74)	(134)	113	89	114	114	94	V
38	51	38	(19)	(18)	(51)	(59)	86	135	64	52	89	V
39	65	54	(173)	(29)	(7)	(11)	109	94	9	106	85	V
40	31	27	(95)	(86)	(112)	(154)	44	46	57	29	48	V
41	08	56	(1)	(04)	(1)	(06)	13	49	26	09	19	V
42	06	12	(1)	(02)	(17)	(06)	09	—	3	11	14	V
43	—	05	(03)	—	(08)	(04)	—	—	07	01	04	V
44	—	03	(02)	—	—	—	—	—	—	—	03	V
45	—	02	(01)	—	—	—	—	—	—	—	02	V
46	—	44	—	—	(3)	(28)	13	—	—	—	—	V
47	07	07	—	—	(04)	(01)	V	V	V	V	V	V
48	02	01	(01)	(02)	(01)	(02)	V	V	V	V	V	V
49	03	02	(01)	(03)	(04)	(01)	V	V	V	V	V	V
50	01	01	(02)	(09)	T	(03)	V	V	V	V	V	V
51	—	—	—	T	—	T	V	V	V	V	V	V
52	T	T	—	T	T	T	V	V	V	V	V	V

注 3. () 書きはし尿投入槽排ガス混入後の系統を示す。

注 4. 同一の物質名が複数掲載されているのは測定法が異なるものである。