

建筑百科大事典

1

003337

建築百科大事典 1

Encyclopedia of Architectural Science

あ～え

全17巻

昭和58年 初版発行

発行人 平野 陽三

発行所 株式会社 産業調査会

〒107 東京都港区赤坂1-1 大成ビル

電話 (03) 585-4541 (代表)

総発売元 丸善ブックメイツ株式会社

〒102 東京都千代田区麹町1-3-23

電話 (03) 263-6351 (代表)

印刷所 凸版印刷株式会社

落丁・乱丁はお取りかえいたします。

建築文庫

F181/61 (B3-3/220-1)

建築百科全書 第1巻

R000280

TU-62 / 7

あ

I TV設備

I TV設備

有線テレビ

工業用テレビとか産業用テレビと呼ばれることも多いが、現在では工業用とか産業用に限らず、教育、医学、サービス、交通関係そのほかの各分野で、情報伝達、記録、サービス、監視、観察、防犯、照会などの目的で広く利用されている。I TVは、カメラ、受像機、その間を結ぶ伝送路によって構成されているが、これらに付属させる機器も重要な役割を果たしている。

●誤りやすい設計上の注意

各種監視用テレビカメラシステムにおいて、多数のテレビカメラを切替器により切り替え、1台の受像器で監視するケースが多くある。各テレビカメラの間の同期がとれていないと切替え時に画面の乱れを生じる。これを防止するためには、各テレビカメラに対し、同期信号をかければよいが、テレビカメラの台数が多い場合や、伝送するケーブルが長くなると配線が複雑になり、種々の障害が発生したりするので注意を要する。この場合、電源同期型のテレビカメラを使用して、電源を同一ラインから供給

し、テレビカメラ側の電源入力極性をそろえれば、外部同期をかけた場合と同じ動作になる。

●採用の仕方

- (1) レンズ レンズは、F1.4程度の広角レンズが多く用いられているが、目的に応じて超広角レンズ、望遠レンズ、絞り付レンズ、手動ズームレンズ、電動ズームレンズなどが用いられる。
- (2) 撮像管 撮像管は、レンズを通った光信号を電気信号に変えるもので、放送用のイメージオリシコンでなく、ビジコンが用いられる。
- (3) カメラケース カメラの設置場所は、必ずしも条件の良い場所のみとは限らない。直射日光、風雨、高温、低温、じんあいなど、カメラに有害な環境の場所に取り付ける場合は、自動的に動作するヒータやファンを内蔵するなど、その環境に応じてカメラを好条件に保てるようにしたケースに収めて使用する。
- (4) 受像機 受像機は、ビデオモニタとも呼ばれ、音声、チューナ回路を持たないモニタ専用のテレビである。なおVHF伝送の場合は、一般用のテレビを用いることができる。

【引用文献】

- 1) 信号・通信設備、東京電機大学出版局。

法令など一覧表

法令などの名称	施行年、番号	関連する設備名			
		CATV設備・	ビル陰共聴設備		
有線テレビジョン放送法	昭48	○	○		
同法施行規則	昭48	○	○		
有線電気通信法	昭28		○		

車路信号装置

有線車路警報

車路信号装置は、自動車の通行を自動的に検出し、ランプの点滅、ブザーの鳴動など警報を発することにより、人や自動車の通行の安全を図り、また、

駐車場の能率的な運営を図るものである。

信号発生装置として、ビーム式、ループコイル式が多く用いられ、ほかの方式はほとんど使用されていない。

ビーム式車両検出器は、車路の側壁に発光器と受光器を取り付け、発・受光器間に車両が入るとビームがしゃ断されることにより、車両の存在を検出するもので、通常2組対向して設置する。これは車路を人が通行することがあるため、それぞれのビームを同時にしゃ断したとき、自動車の検出信号を制御盤に送り、人で誤動作しないようにしている。また、このように使用することにより、車両の方向を判定することができる。

ループコイル式車両検出器は、ループコイルと発振回路および増幅回路からなる検出器で構成する。車路に埋設したループコイルに車両が接近すると、ループコイルのインダクタンスが変化する。この微弱な変化分を検出して、増幅回路でリレーを動作させ、車両の検出信号を制御盤に送る方式のものである。

●採用の仕方

ビーム方式は、投光器のランプ切れなど保守上問題があり、ループコイル方式は、ループコイルと検出器の間の路離に制限があるなどを考慮してループコイル方式とするかビーム方式とするか決定する。

●使用制限法規

車路信号装置は、駐車場法や地方自治体の条例により、地下駐車場など一定規模以上の駐車場の出入口には警報設備を設ける義務があるが、この出入口とは、駐車場から公道（車道、歩道）への出入口を指し、駐車場に自動車が出入庫する際に公道の自動車、通行者に駐車場から自動車の出庫を知らせるように設けなければならない。

●誤りやすい施工上の注意

ビーム方式の投受光器は、太陽光線の直射するような場所、自動車のヘッドライトが直接当たるような場所などは避けて取り付ける。また投受光器は、屋外の雨のかかる車路、湿気の多い場所では、湿度差により投受光器の内部に結露を起こし、誤動作しやすいので防雨形とするなど考慮する。

ループコイル方式のループコイルは、車路面になるべく浅く埋設し（普通5cm程度）、鉄筋など鉄構造物からできるだけ離隔する。信号灯の取付けは、

駐車場の階高が十分ある場合ははり下などにつり下げてもよいが、はり下につり下げると大型車の通行によって損傷しやすいので、取付けにあたっては、車両の通行の妨げとならない、見やすい位置を選定する。

【引用文献】

1) 信号・通信設備、東京電機大学出版局。

ページング装置

ページングシステムは、拡声と通話の両機能を備え、スピーカー回線で拡声呼出しを行い、通話回線で通話を行うシステムが基本になっている。マイクおよびスピーカを用い、拡声形の通話を行う方式もある。また、専用の自動交換器を用い、基本機能のほかに個別、グループなどの拡声呼出しおよび同時に別々の通話ができる多機能式もある。

システムは、主装置（増幅器、自動交換器など）、端末機（電話機、マイク、スピーカなど）、付帯機器（ハウリング抑圧装置など）などによって構成される。

●採用の仕方

1) 電話形1通路方式

構内に設置された任意の端末機から主装置をリモコンにより始動させ、全構内のスピーカから一斉に拡声呼出しを行い、構内に散在する被呼者と呼び出し、通話を行うものである。被呼者は、最寄りの端末機から送受器により応答し、相互通話を行うものである。

通話方式は、電話形同時電話式で、通話路は全局共通の1通話路式が標準になっている。

2) 拡声形1通話路方式

マイクおよびスピーカを用いて拡声通話を行うもので、比較的小規模の構内連絡用に使用される。スピーカ回線には、通常、ハウリング抑圧用ミュート回路が付加される。

3) 自動交換形多機能方式

このシステムは、専用の自動交換器を用いてページングの基本機能（拡声呼出しと通話）のほかに自動交換機に相当する個別、グループなどの呼出しおよび通話が行える多機能を備えており、システムの多様化が要求される大規模構内に適している。

ダイヤリングにより、拡声で被呼者と呼び出し、送受器により相互通話を行うものである。個別、グ

ループ、一斉などの呼出操作は、ダイヤル番号計画により仕様が定められる。

【引用文献】

1) 続電気工事技術者必携、オーム社。

ITV設備

概 要

ITVとはテレビカメラを産業用、工業用に利用し特定の場に限って使用するテレビジョン方式であり、テレビ放送 (Broadcasting) に対し閉回路テレビジョン (Closed Circuit Television, 略して CCTV) の慣用語である。

企業の合理化、省力化あるいは監視用として利用されるITV設備に要求される条件は、

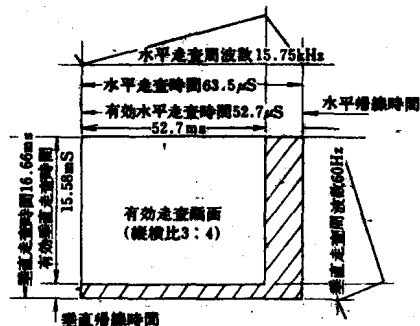
- ① 装置が簡単で保守が容易なこと。
- ② 動作確実で種々の環境に耐え得ること。
- ③ 遠隔操作ができること。

である。ITV設備は単純なシステムからカメラが20台にもおよぶ複雑なシステムまで設備されるが系全体はカメラ部、操作 (制作) 部、伝送線路部、受像機部により構成される。本稿では白黒カメラを利用したITV設備における各部での主要点について述べる。

テレビカメラ部

a. テレビカメラの解像度

テレビカメラの性能を表す重要な要素で水平解像度と垂直解像度があり「TV本」で示される。解像度はテレビの有効走査画面の中に何本の白黒の縞を表せるかにより決定する。



日本標準テレビジョン方式有効走査画面

(1) 水平解像度

画面の縦縞に対する解像度であり、水平走査時間

と映像信号増幅器の帯域幅で決まる。

$$\text{水平解像度 } R_h = \frac{H}{W} \cdot \frac{2f_{\max}(1-a)}{nfv}$$

$$\frac{H}{W} : \text{テレビ画面の縦横比 (4:3=0.75)}$$

n : 走査線数 (525)

f_v : 垂直フレーム数 (毎秒像数=30)

$f_{\max}$: 映像回路の帯域幅 (Hz)

a : 水平走査における帰線時間 (17%)

上記で示す () 内数字は日本標準テレビジョン方式を示し、標準方式における概算式は、

$$R_h \approx f_{\max} (\text{MHz}) \times 79$$

となり、映像回路帯域幅 5 MHz で 395 TV本となる。

(2) 垂直解像度

垂直解像度は画面の横縞に対する解像度で走査線数により決定される。

$$\text{垂直解像度 } R_v = 0.715n(1-\beta)$$

n : 走査線数 (525)

β : 垂直走査における帰線時間 (6.5%)

0.715 : 走査線の傾斜等による解像度低下で実験的数値

上記で示す () 内数字は日本標準テレビジョン方式による数値、 $R_v \approx 350$ TV本となる。

現在生産されているITVカメラの多くは300~350本となっている。

b. テレビカメラの走査方式と同期方式

テレビカメラの走査方式は日本標準テレビ方式に準じた2:1インターレース方式、水平走査周波数と垂直走査周波数が同期していないランダムインターレース方式がある。

2:1インターレース方式の場合は1つの画面を2回走査し、2回目は1回目の走査の間を走査する飛越走査を行う。この場合の水平、垂直走査周波数は同期関係を持たせる。

$$\begin{aligned} 31.5\text{kHz} & \leftarrow \frac{1}{2}\text{分周} = 15.75\text{kHz} \text{ 水平走査周波数} \\ & \leftarrow \frac{1}{2}\text{分周} = 60\text{Hz} \text{ 垂直走査周波数} \end{aligned}$$

一般に31.5kHzの発振器は各カメラに内蔵されているため2台のカメラの画面混合 (映像信号の混合) する場合、また複数のカメラを切り換えて受像する場合に切り換え時に画像が乱れないためには

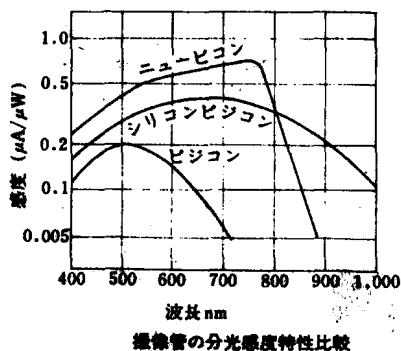
各々のカメラの同期が一致する必要がある。これらの場合、外部より同期信号（水平HD、垂直VDなど）を供給し各々のカメラの同期をとる。

これに対しランダムインターレス方式は飛越走査はさせるが水平、垂直走査周波数が非同期のため走査位置が変りインターレスが完全でない。画面のちらつき、垂直解像度の低下を伴うが実用上問題は無い。また本方式のカメラでは垂直走査周波数の発振に商用電源周波数を利用して発生させる電源同期方式がある。この方式のカメラを使用したシステムで複数のカメラを切り換えて使用する場合、カメラ切り換えによる画面の乱れ、モーターなど電源ハムの影響がないなど利点がある。しかし、商用電源50Hz地域では毎秒像数の変化（25枚）に併せVTR録画するシステムは組めないので注意を要する

c. テレビカメラの撮像管

従来ITVカメラに使用された撮像管は1インチ（管直径）ビジコン管であったが、光電変換を行う光導電膜などの改良により最近のカメラは $\frac{2}{3}$ インチ管が主流である。

また、シリコンビジコン、カルニコン、ニュービコンなど従来のビジコンに比し感度が約20倍もある撮像管を使用したカメラも一般化され目的に合ったカメラ選択ができる。図に撮像管の分光感度特性比較を示す。また、各撮像管カメラの主たる特長を下記に示す。



(1) ビジコン使用カメラ

- ① 代表的ITVカメラであり被写体照度15～20ルクス以上（レンズF1.6）で、実用できる。
- ② 本撮像管は光導電体電極（ターゲット）電圧の調整により感度調整ができる。したがって入射光量の変化に対し電氣的に調整し映像出力を

一定にする自動感度調整が可能である。

- ③ 他の撮像管に比し残像が長い。

(2) ニュービコン、カルニコン、シリコンビジコン使用カメラ

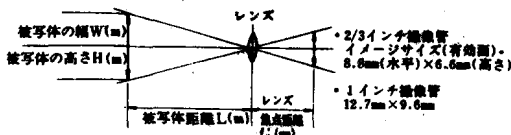
- ① ビジコンカメラでは被写体照度が不足する低照度条件における高感度カメラとして撮像に適する。
- ② ニュービコン使用カメラの場合、白熱光源照明による最低照度は0.5～1ルクスで実用できる。
- ③ シリコンビジコンは近赤外領域でも使用できる特長を持つ。
- ④ 焼き付きが少く、低残像である。
- ⑤ 上記3種の撮像管ターゲット電圧は一定で使用するため、一般ビジコンカメラのように電氣的自動感度調整はできない。本カメラの場合は撮像管への入射光量はレンズで調整する必要があり、自動絞りレンズを使用する。

d. テレビカメラのレンズ

ITVカメラのレンズは通常16mmCマウントを使用、撮像目的によりマニュアル操作レンズ、遠隔操作による電動式ズームレンズなど選択できる。

(1) レンズの有効視野（撮像角）

レンズにより有効に撮像できる範囲はビジコンの有効口径（イメージサイズ）、レンズの焦点距離により決定される。視野と焦点距離の関係は次式による。



レンズの焦点距離と画角

$\frac{2}{3}$ インチ撮像管の場合、

$$W_{(mm)} (\text{水平}) = \frac{8.8 L_{(mm)}}{f_{(mm)}}$$

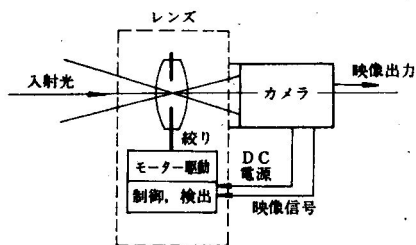
$$H_{(mm)} (\text{高さ}) = \frac{6.6 L_{(mm)}}{f_{(mm)}}$$

なお、受像機の画面は約10%オーバースキャンしているので実際の視野は約10%少なくなるので注意を要する。

(2) 高感度カメラ用レンズ

前述のとおり、ニュービコンなどを使用したカメ

ラには自動絞りレンズが必要である。下記に動作ブロック図を示す。なお、自動絞りレンズには固定焦点レンズ、電動式ズームレンズがあり絞り値F/360までできるものがある。



自動絞りレンズの動作ブロック図

e. テレビカメラのアクセサリー

ITVカメラの設置場所は種々な環境条件下にあり、カメラ保護用ハウジング、遠隔設置によるカメラ首振り回転台などの使用がある。

(1) カメラハウジング

一般的にITVカメラの使用周囲温度は低温-10℃～-5℃、高温40℃～45℃くらいであり一般室内での使用にはハウジングを使用しなくてもよい。

(i) じんあいの多い場所

レンズおよび撮像管へのゴミの付着防止より屋内防じん型ハウジングを使用する。

(ii) 屋外使用

温度および風雨などの保護のためヒータ、ファンおよび前面ガラス曇り止め（デフロタ）付ハウジングを使用する。ヒータ、ファンはハウジング内サーモスタットにより自動切換を行い内部温度を制御している。写真に屋外設置カメラの一例を示す。



屋外用ITVカメラ取付一例図

(iii) 特殊用途ハウジング

焼却炉内監視カメラなど高温（80℃～100℃）での使用に対しては水冷式、または強制空冷式ハウジングが使用される。炉内監視の場合、炉よりの熱線

防止のため前面ガラスには熱線反射または吸収ガラスを使用する。

(2) カメラ首振り回転台

首振り回転台には主に屋内使用の水平自動首振り（オートパン）、屋内動施回転台がある。

施回転の水平回転角は最大320°～340°で30°ぐらいの間隔でセッティング可能なものが多い。また、垂直回転角は機種によるが上15°～45°、下45°～60°くらい可能である。回転速度は%インチビコンカメラの標準レンズ（焦点距離16mm）の約4倍の望遠レンズを使用した時の画面の動き、停止時のバックフラッシュによる画面のブレなどより経験的に使用されている。

屋外用施回転台で特に考慮する点は耐風圧、低温による凍結であり施回転の出力トルクは使用場所（高さなど）による積載荷重の40～50倍くらいのものが必要である。

操作（制作）部

a. カメラ部の制御

カメラ部に電動ズームレンズ、ハウジング、施回転台などを使用する場合直接制御方式とリレー制御方式がある。

(1) 直接制御方式

① 電動ズームレンズのモータ駆動電圧は大半がDC 6V～12Vで制御線4～7本で制御する。

② ファン、ヒータ、デフロタ付ハウジングはAC100Vで操作部より供給、カメラ電源を含み4～5本で制御する。

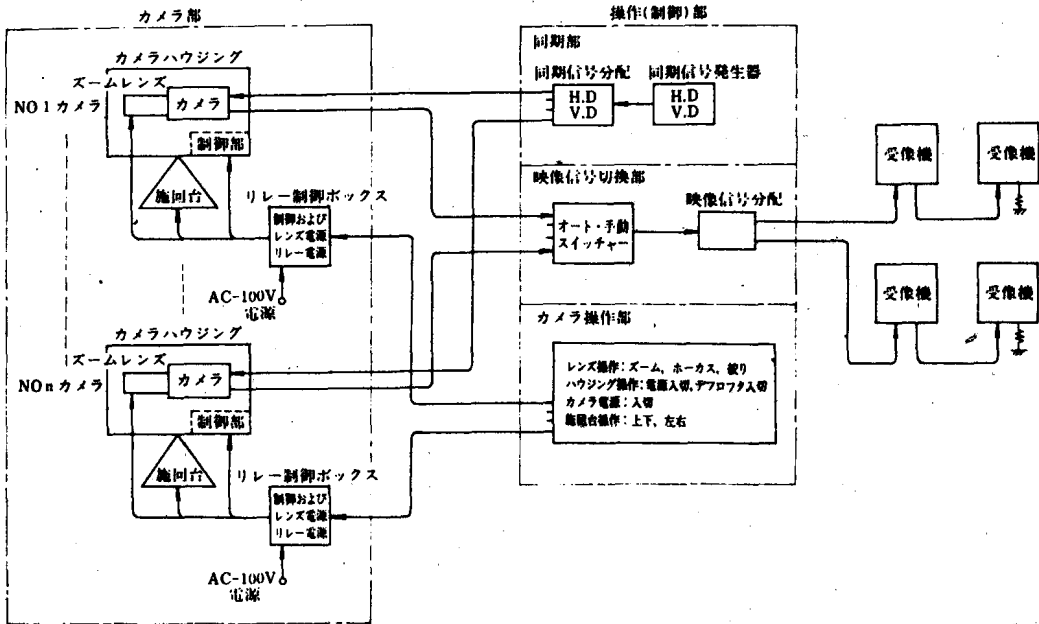
③ 施回転台はAC100Vを操作部より供給、5本で制御される。

(2) リレー制御方式

カメラ部にレンズ、ハウジング、カメラ電源、および施回転台を制御するリレーボックスを設け、操作部よりDC-24Vメーク接点により制御する。制御線は約15本である。この場合、リレーボックスにAC100Vを設置場所より供給する。次ページにブロック図を示す。

b. 映像信号の切り換え

ITVシステムにおいて複数のカメラを切り換えて1台の受像機で監視する場合、機械的スイッチで行うもの、タイマー組込み電気回路による自動切換（シーケンシャルスイッチ）がある。シーケンシャルスイッチの切り換え時間は通常1～30秒の間に設



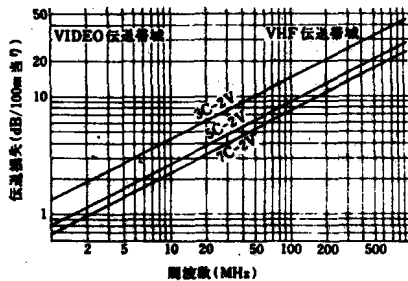
ITVシステム概要ブロック図

定できる。また手動でも任意に切換可能である。

映像信号の切り換えによる同期の乱れ（特に垂直同期）を防止するには前述の同期方式の項で述べた各カメラの同期をとることが必要である。

映像信号の伝送

映像信号（ビデオ信号）は20Hzから7MHz程度の広帯域である。ITVシステムでは通常、信号の受け渡しはすべてビデオ信号であり、減衰や反射によるゴーストを防ぐため特性インピーダンス75Ωの高周波同軸ケーブルを使用し、機器の入出力回路はインピーダンスマッチングをとる。同軸ケーブルの減衰は図に示すとおり√fの割合で損失が増加する。



同軸ケーブルの伝送損失(100m当り)

ビデオ信号伝送において延長距離が長くなると解

像度の劣化、スメヤなどが生じる。一般に良好な画像が得られるケーブル長は白黒テレビの場合、3C—2Vで200m～250cm、5C—2Vで450m～500m、7C—2Vで550m～600mが限度である。

伝送距離を伸ばすためケーブル補償器の使用、受像機での補償など行う。しかし線種の選定、補償器の挿入によっても1.5km～2kmが限度となる。

悪臭防止技術

悪臭公害の実態と臭気理論

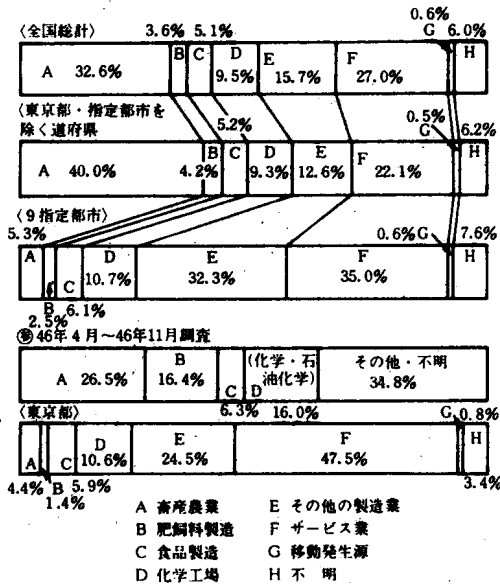
悪臭公害の実態

苦情件数の推移

悪臭は、大気汚染や水質汚濁などの公害に比べて、とくに軽く見られがちである。公害関係の法律のうち、大気汚染防止法などは、国民の健康を保護することを目的としているが、悪臭防止法は、生活環境の保全を第一義としている。悪臭公害は、被害影響範囲が比較的、局地的であり、感覚公害である故かも知れない。しかし、健康被害は公害以前の問題であり、悪臭は公害の原点とも考えられる。事実、地域住民にとっては、直接的であり依然として苦情件数は多い。ここ数年間の推移をみると、全国

総計で約2万件前後で、総苦情件数の20～25%を占め、騒音について多い。

業種別の傾向は、図のとおりである。この図は、



悪臭苦情件数の業種別内訳 (1974年)

環境庁大気保全局特殊公害課でまとめた、「悪臭に係る苦情・陳情件数に関する調査結果集計表(昭和49年度)」—昭和51年1月—から抜粋したものに東京都を加えたものである。まず、参考の昭和46年と49年の全国総計をみると、対策のすんだ比較的大きな肥料製造とパルプ、石油精製関係が減ってその他の製造業、サービス業の伸びが目につく。

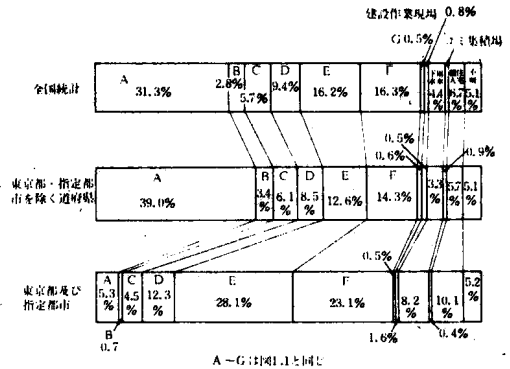
昭和49年の集計では、全国総計で畜産農業が多く、サービス業(廃棄物処理、し尿処理など)、その他の製造業(塗装、鋳物など)がそれに続き、ついで化学工業、食品製造となっている。件数は減少しても、小規模の飼肥料工業(主として化製場)などは、地域によっては大きな問題になっている。

全国総計を「東京都・指定都市を除く道府県」と「指定都市」に分けて集計すると、図のように、有畜農業が中心の「農村型」と、サービス業、その他の製造業が多い「都市型」に分けられる。この傾向は今後も続くものと思われ、しかも都市型は、今までの経緯からみると「東京都型」になっていくように思える。

図の業種内訳の主なもの、畜産農業では養豚、

養鶏、養牛、飼肥料工業では魚腸骨、獣滓、食品製造では水産食品、畜産食品、化学工業ではプラスチック製品製造、パルプ、石油化学系基礎製品製造、ゴム製品製造等、その他の製造業では塗装工場、鋳造工場、印刷工場、サービス業ではし尿処理場、飲食店、廃棄物処理場、洗たく工場である。

今後も問題になりそうな業種は(筆者選)鋳造、樹脂加工全般、油脂、化製場(魚腸骨では10t以下のもの、食鳥滓処理)、皮革工場の排水処理、ビル・マンションの貯留槽、し尿処理関係、下水処理施設、各工場の排水処理施設、畜産、クリーニング、小規模塗装工場、印刷(オフセット、グラビア)、と畜場、空調関係施設やパン、ビスケットなど短時間では良いニオイに類するものなどがある。いずれにせよ、対象業種は拡大していくものと思われる。参考までに図に昭和50年度の陳情の内訳を環境庁でまとめたものをのせておく。先に述べた傾向がさらにはっきりしている。



悪臭苦情件数の業種内訳 (1975年) —環境庁

苦情のもつ意味

ある臭気が苦情として訴えられる要因は、その臭気を感知する頻度と継続時間がいちばん大きい。臭気の質では不快臭、刺激臭はもちろんだが、通常嗅いだことのないニオイ、すなわち異臭が対象となったり、いわゆる芳香が問題となるケースも多い。

臭気は、一般には低濃度、多成分の気体状物質である。現行の悪臭規制方法は、悪臭物質を規定しそれらの濃度規制で対応している。したがって、悪臭物質が事実上、限定されてしまうこと、規制物質およびその他の臭気物質相互の複合効果が評価できず、住民の被害実態に合わない場合が多い。そのうえ、悪臭防止法では、規制地域内の事業場から排出

される悪臭物質が、規制基準に適合しないことにより、住民生活環境がそこなわれていると認めるときに、始めて改善勧告、改善命令等の行政措置をとるようにしている。(法第8条ならびに事務次官通達47年6月7日第31号)市町村長が、生活環境がそこなわれると認める判断基準が“苦情・陳情の申し出があったとき”ということである。わかり易くいえば、苦情さえなければ規制基準を超えていてもよいわけで(法の目的からも)あるが、問題は、逆に規制基準を遵守していても、苦情をうけたり、苦情が再燃したり、なかなか解決にいたらぬケースである。加えて最近の住宅事情は、市街地のスプロール化を生み、住居の気密性の増大は消臭剤の伸びにつながって、ニオイへの関心を高め、給食制度は嗜好の変化をもたらすなど生活感覚が変ってきており、よりよき生活環境を希求する願望の高まりも無視はできない。

ニオイと嗅覚は、未解明の分野が非常に多い。ニオイによるニオイの快・不快や強さの判断はすこぶる鋭敏である。ニオイは、とらえどころがないだけに誤解が生じ易く問題も多い。焦臭、腐敗臭を嫌うのは、本能的であろうが、臭気問題は地域性、風土、国民性なども背景として重要な要素となる。ともあれ、地域住民の被害感に合った測定方法の確立と対策を推進するためには、苦情の内容を詳細に検討しつつ、臭気の特徴を十分認識することが出発点であり、すべてであるといえる。

欧米の状況

欧米でも、最近臭気は大きな問題になっている。米国やスウェーデンを中心に、臭気の評価方法等に関する国際会議ももたれている。悪臭防止対策は、徹底してなされている地域や業種と、全くなされていないものもあるが、それも地域性、国民性によるところが大きい。臭気問題は、いわゆる public nuisance (日本では公害と訳している)という概念が強く、生活環境の保全という地域住民に与える迷惑を重視し、直接的な有害性云々より、不快感をもつような臭気の放出を禁止する規定が多い。わが国の悪臭防止法の考え方に、表面上は似ているが、内容には大きな差がある。対策の進んでいる業種も多い。米国では、悪臭を「クライテリア(判定基準)のない汚染物」として、連邦法による一元的な悪臭規制は行なわれていないが、州政府や地方自治体で

独自の方法で行なわれている。E.P.Aでは、業種によっては相当の検討もしている。欧米でみられる規制と防・脱臭対策の推進は、官民一体となって行なわれている。この辺がわが国と差異がある所である。

米国の各州の規制内容は、Public nuisance または大気汚染を生ずる可能性のある臭気の排出を禁止している州が、アラバマ他24州あり、環境大気の臭気の基準をもっているものが、コロラド他7州、排出基準をもっている州や地域がミネソタ他三つとなっている。

ヨーロッパでも、スウェーデン、デンマーク、フランス、西ドイツ、スイスその他で各種の規制があり、業種によっては、すばらしい対策の実施されているものも多い。欧米とわが国で、同じような業種が同じ頃大きな問題になっていながら、防脱臭対策では、約10年ぐらいの差があるものもある。規制はあくまでも対策推進のためであるが、法体系の整備より、付近住民に迷惑をかけないという考え方という国民性の差かも知れない。

悪臭防止対策のポイント

悪臭防止対策とは、悪臭に起因する苦情、陳情をいかにして解決するかにある。また、苦情をうけないようにすること、ともいえる。

ある臭気が問題になり対策を検討する場合、まず考えることは、一般的には、その臭気がどんな成分であるか、主成分は何で、それらの濃度(ppm, ppb)はどれぐらいかを調べる。場合によっては、成分の閾値濃度を調べる。発生源をつきとめて対策を考えるという手順が普通である。汚染の原因となる物質を究明し、その分離定量方法を確立して規制基準を定めるという従来から行なわれてきている環境汚染物質の規制図式からも当然といえよう。

悪臭防止法の規制地域では、悪臭物質8物質的を絞って考えることも多い。これも当然である。しかし悪臭の場合は、排ガス処理、排水処理または除塵対策とは、多くの面で、異なった特有の態様があり、この方式ではうまくいかない。一言でいえば、防脱臭対策は非常にむずかしい。対象業種や規模の大小も、その範囲が広く、立地条件で手法も変ってくる。防止技術の選定、脱臭対策の効果判定からさらに、ニオイと嗅覚の特性に基づく問題点、同一業種に、同じ手法の技術を適応しても結果は違うとい

う悪臭公害ならでは問題、フィールドエンジニアリングと細心のメンテナンスエンジニアリングの確立まで、多くの困難性をもっている。具体的にそれらのポイントについて述べてみる。

文献にみられる閾値は、対策推進上参考にならない

悪臭防止法という悪臭物質の規制基準値は、臭気強度の6段階表示法の2.5と3.5に対応する成分濃度で示している。無臭室法による専門パネルの判定である。基本になるものとして、臭気強度1（やっと感知できるニオイ）を検知閾値濃度とし、臭気強度2（何のニオイであるかわかる弱いニオイ）を認知閾値濃度としている。

6段階臭気強度表示法

臭気強度	内 容
0	無 臭
1	やっと感知できるニオイ（検知閾値）
2	何のニオイであるかわかる弱いニオイ（認知閾値）
3	らくに感知できるニオイ
4	強いニオイ
5	強烈なニオイ

閾値というのは、嗅覚を引き起こす有香物質の最小濃度、すなわち閾濃度をいい、人によっては、最小可差とも呼んでいる。通常は検知可能閾値を閾値としているが、最近では、認知可能閾値を閾値としている報文もある（Leonards）。測定法も、測定者個人のデータによる、個人嗅覚閾値：I.P.T.と測定パネル50%以上の人が、かすかに感ずる濃度を示す、半数嗅覚閾値：P.P.T.5.0とがあるが、後者を普通は採用している。

文献にみられる“閾値”は非常に差がある。アンモニア、硫化水素など1万倍から10万倍違う数値もみられる。

これは、閾値に対する考え方の違い、測定した物質の純度や状態の差、パネル人数、測定方法、結果のまとめ方で大きな差異が生ずる。さらに化合物や一般の臭気のように、低濃度、多成分の複合臭の閾値を、それらを構成する主要成分の閾値から推定することは、所詮無理なわけである。特有な臭気に関与する物質相互の相乗作用、相殺作用や前駆物質、ガスクロのピークに現われない成分が影響している場合もある。

また物質は濃度によって、ニオイの質が変わるものもある。臭気強度の評価に、閾値を考えること自

体に問題があるのに、ある臭気を単量体の閾値濃度で判断することがおかしい理由もおわかりになるであろう。法でいう6段階臭気強度表示法も、単なる順序尺度であって、臭気強度2と3の差が、3と4の差と同じであるという保証はなく、私自身等間隔性には疑問をもっている。文献の閾値が誤りということではなく、対策をすすめる場合は参考にならないということである。

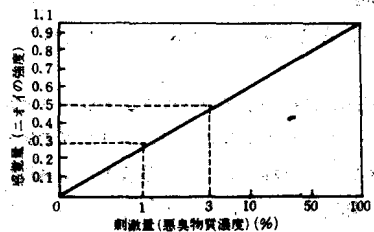
脱臭効率は、成分除去率では表わせない

防脱臭技術を適用して、対策を施した場合の評価に、通常は主要成分の入口濃度と出口濃度から除去効率を計算して、脱臭効率としているが、これは感覚量と合わない。有害ガスの除去率や集じん装置の集塵効率ならわかるが、脱臭装置の場合は、主要成分の除去率では脱臭効率は表わせない。具体的にいえば、塗装や印刷等の乾燥排ガスで、主要な有機溶剤の除去率は脱臭効率ではないこと、し尿臭でアンモニア、硫化水素、メルカプタン、硫化メチルなどの除去率では脱臭効率とはならないこと、鑄造の場合、フェノールやアンモニア、ホルムアルデヒドなどの除去率イコール脱臭効率とはならないことである。

図をごらんいただきたい。濃度が高くなるにつれて感覚の強さもそれに伴って増していくが、これらの間には一般則があり、ウェーバー・フェヒナーの法則として知られている。刺激量C（臭気物質の成分濃度：ppm）と感覚量I（においの強さ）の間には、

$$I = K \log C + n$$

という関係が成立するといわれている。Kとnは定数で、図の傾きやゼロ点は異なるが、97%の成分濃



においの成分と強度関係

度の除去では、ニオイの強さは1/2にへる程度で、99%の除去で、ニオイの強さは、やっともとの強さの1/3ということである。ちょっとやそっとの成分の除去率では、あまり効果がないゆえんがわかるで

あろう。濃度が多少変わっても、感覚的にはそれほど変わらないという嗅覚保護の自然の摂理が、対策の効果という面からみると、防脱臭対策のむづかしさにつながるわけである。

また、現場で捕集した苦情のある臭気から、硫化物やアンモニア、アミン類をそれぞれ減少させたものと、原臭を比較対象的に専門家に嗅いでもらったテストでは、思ったほど不快度や強度が減少しないという結果も得ている。しかし、現場では依然として主要成分を測定して判断する方法が多く、対策を考える場合、まず成分濃度測定をという人が多いことも事実である。このような場合、その防脱臭対策はある程度まではいっても、解決にいたらなかったり、問題が再燃するケースが多い。最近とはくにこの傾向が多い。多額の費用をかけたのに期待はずれの結果だったり、喜ばれた対策がまた問題になるのは、これら悪臭特有の態様に気づかず、有害ガスの排ガス処理や汚水の排水処理、ばい塵の除去対策と同じように考えることに、大きな原因があるように思う。

脱臭効率とは、しっかりした官能試験法で求めるべきである。三点比較式臭気法ならパネル6人以上で求めること注射器法の場合も、三点比較で同じ人数で、実施すべきである。そしてそれらによって求めた排出口の臭気濃度（希釈倍数）か、敷地境界付近の臭気濃度で判断すべきである。

人間の嗅覚には、馴れや疲労があり、順応性もあるが、環境がよくなれば順応水準もあがり、いままで気にならなかったニオイが、異臭や気になるニオイとして苦情の申し出となる場合もある。ともあれ、ニオイの特性を十分認識してがからぬと、なかなか問題解決にはいたらない。機器分析法は、おくまでも、官能試験法の補助または補完的手段である。

悪臭防止技術のポイントはダクトワークと前処理ならびにメンテナンスエンジニアリングである。

いろいろな業種の悪臭防止装置または施設をみた場合、痛感することはダクトワークである。悪臭を防除するためには、少しでも臭気の発生量を減少させるか、臭気を出さない工夫や工程、原材料や管理方法の再検討ももちろん大切であり、防脱臭装置そのものの選択、性能、適用も重要ではあるが、ダクトワークに対する配慮のなさが目につく。とくに臭

気の発生施設と防脱臭装置の間の部分の重要性を強調したい。リークがあったり、長い配管で温度管理がむづかしいもの、とくに局所排気と全体換気の手法の組み合わせには問題が多い。ダクトの接合部や排ガスの露点を考慮した管理、風量の調節方法などである。このため装置が、性能を発揮しえなかったり、ライフが半減したりするケースが非常に多い。極言すれば前処理と熱管理が装置の死命を制するといっても過言ではない。

おもな防脱臭技術については次の節でふれているのでここでは述べないが、それぞれ基本的な留意点がある。それに忠実な管理等を行なうことは当然であるが、ここでもう一つ大切なことは、一つの方法ですべてということは無理であり、それらの組み合わせ、発生源に応じた使いわけをすること、とくにできるだけ小単位ごとに脱臭装置をつけることを薦めたい。装置価格（イニシャルコスト）は高くても、結局は安上がりで的確な手法である。悪臭の防除の場合の基本的な考え方といえる。

悪臭防止法の施行前後に多くの防脱臭装置が設置された。それらが2～3年後に改めて問題になっている例が多い。メーカー、ユーザーそれぞれに責任があるが、フィールドエンジニアリング、メンテナンスエンジニアリングが悪臭重要なものはない。同じ触媒を同じ業種に適用すれば、効果もライフも同じであるという現場が非常に多い。こういうことは、悪臭公害ではありえない。単なる排ガス処理、排水処理、除じん対策と大きく異なるゆえんでもある。

悪臭はまだまだ経験的要素が多く、加えて対象業種や規模も範囲が広く、立地条件で対策方法も変わってくる。これらの悪臭ならではの特質を十分認識することが、何よりも重要なことといえよう。

悪臭の影響範囲調査を徹底的に実施すること

工場、事業場からの臭気が周囲どの辺まで影響しているかを調査し、実態を把握することが対策の出発点であり、ゴールである。

工場・事業場を中心に、50、100、300、300、800、1000、1500、2000m くらいの間隔で地図上に円を描き、適当な観測点を設定する。工場・事業場内に自記風向・風速計をおく。敷地面積の広い場合は2台以上おく。調査の方法は、後節で具体的に述べるが、地域住民にモニターをお願いするか、工

場・事業場関係者が1日1回以上、一定の時間に徒歩または自転車等で巡回する。各測定点に、30秒から1分間立ってニオイを嗅ぐ、1人の巡回時間は1時間以内が望ましい（休日も含む）。今までの経験では臭気の感知回数が、延べ観測数の2割以上なら、苦情となっている例が多い。

ともかく臭気がどの辺まで達しているのかを徹底してつかむことが大切である。現場へ行くと、地域住民の訴えと工場・事業所や自治体の言い分との食い違いに接するが、最近では地域住民の訴えが正確になってきている。

常時臭気を感じている場合は、かえって問題にならぬケースがある。ニオイの強弱の差がきっかけとなって、におう頻度と持続時間が、苦情申立ての要因になっている。におったり、におわなかったりする地域がいちばん大切である。苦情者の訴えの内容は謙虚に、詳細に受け止めることが解決への手がかりとして重要であることを銘記してほしい。

以上、悪臭防止対策をすすめる場合の基本的な注意点について述べた。防止技術の各論については次節を参照されたい。

【参 考 文 献】

1) 悪臭評価法調査委員会調査報告書（中間報告）

環境庁（昭和51年4月）

防止技術と実例

悪臭防止対策のための観測と調査の方法

悪臭対策の具体的項目

悪臭公害は直接あるいは間接的に、工場などへ臭気苦情が訴えられることにはじまり、悪臭対策の究極的な目的は、この苦情を無くすことであることは前節で述べた。したがって、発生源の絶滅は当然のことながら、苦情への対応策も悪臭防止策の重要な要素の一つである。これらの対策を含めて工場の具体的な悪臭防止対策については、次の基本的な事項を行っていく必要がある。

(a) 予防的対策

- ・悪臭苦情への住民に対する適切な対応
- ・監督官庁との密接な連絡とその迅速化
- ・工場内の定期的な監視と従業員に対する悪臭防止の認識指導
- ・調査方法の確立

(b) 抜本的対策

・発生源の発見と特性の把握

・発生源の処置

予防的対策は、主として公害としての悪臭が発生し、付近の住民など発生源以外の人々から悪臭苦情が寄せられた場合に、適切な処置を行なうための対策であって、迅速な連絡網の整備とともに地域住民との平常からの緊密な接触が必要である。同時に、苦情の連絡があった時に、迅速に調査できる組織と技術的な測定体制を確立しておかねばならない。さらに、不注意な作業によって、悪臭を発生しないように、平素から従業員を十分に指導しておくことや誤操作などによる、思いがけない臭気の発生に備えて、毎日定期的に工場内外をパトロールして、悪臭発生の早期発見に努めることも重要な対策の一つである。

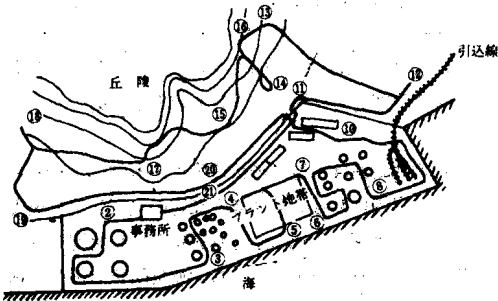
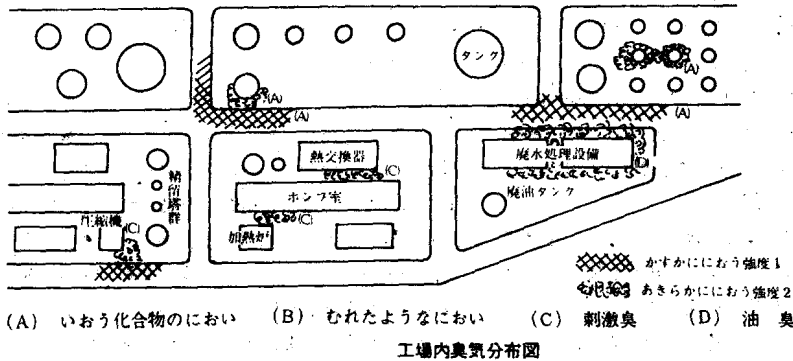
抜本的対策は、悪臭苦情の発生の有無にかかわらず、工場内における発生源と周辺の臭気状況を調査して、発生源の状況に応じた適切な防止措置を講ずることである。以上のような、悪臭防止対策への基本的な事項を行なっていく上で、実際に、技術面で問題となるのは、調査の方法と発生源への抜本的な防止対策であろう。以下それらについての具体的な方法を述べる。

工場内の臭気発生源の調査方法

臭気発生源が数多くある工場内で、抜本的対策を講ずるには、まず環境臭気を精密に調査し、発生源となり得る場所をすべてリストアップして、次にその発生源の大きさと臭気物質などの特性を把握して、発生源の大きさに応じて、抜本的な対策を講じるとともに、予防的な対策に役立てる。

環境臭気の調査手段は嗅覚による方法と、機器分析による方法があるが、機器分析では、手間がかかる上、臭気物質の濃度と嗅覚レベルの対応が難しいので、第一段階の調査としては、嗅覚による方が実際のである。

嗅覚調査で最も重要な要素は、パネラーと調査結果の判定である。パネラーは、普段勤務上臭気にさらされていない職場の中から、嗅覚の正常な人達をできるだけ多数選定し、数人による調査班を組織しておく。そして、工場内に特有の臭気の種類の差別能力、濃度基準、検知限度などの諸項目について、各人が同一レベルを覚えるよう、同じ臭気資料を用いて訓練する。臭気強度は次の5段階方式をとる。



測定点	①	②	③	④
臭気の種類	1	2	3	4
臭気の強さ	1	2	3	4
臭気の種類	アンモニア臭	油	油	油
臭気の強さ	1	2	3	4
臭気の種類	アンモニア臭	油	油	油
臭気の強さ	1	2	3	4

工場内外の臭気測定例

- 0 : 感知できない (無臭) 3 : かなり強い
 1 : やっと感知できる 4 : 耐え難い強さ
 2 : はっきり判る

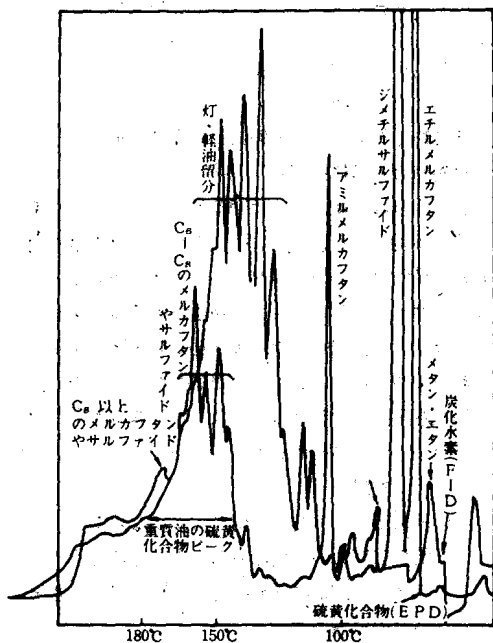
パネラーは訓練しても、この表現ではなお個人差が含まれるので、一組6人程度で構成し、最上位と最下位をはずし、4人の平均値をとって誤りを少なくすることにより、かなり再現性の良い結果を得ることができる。

調査班は、定期的に定められた経路にしたがって、工場内外を巡回し、図に示すような形式の調査用紙に、臭気を感じた場所、強さ、種類、時刻等を記入し、報告する。報告を受けた担当部門では、この報告に、その時の気象条件、プラントの稼動状況、工場内の特殊な作業状況等を記入して、集計調査表をまとめる。調査班は数組組成して、それぞれ

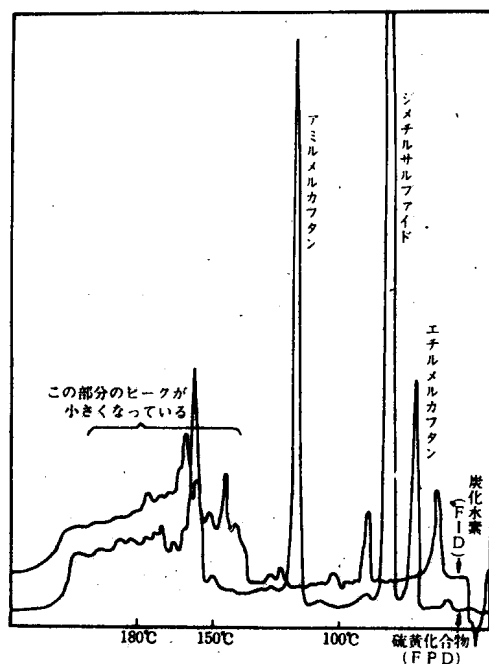
交替で毎日1~2回巡回を行なう。そして、一定期間毎に適宜パネラーの組み替えを行なって、個人差あるいはグループ差をなくし、できるだけ客観的な調査結果を得るように努める。個人差は、年齢、性別、体調、嗅覚能力、酒、タバコの嗜好の有無などによって生ずるので、これらの点を考慮して、調査班グループを組み替える。

こうして長期間 (2~3カ月) にわたって得られた調査結果をもとに、図に示すような分布図を作製する。

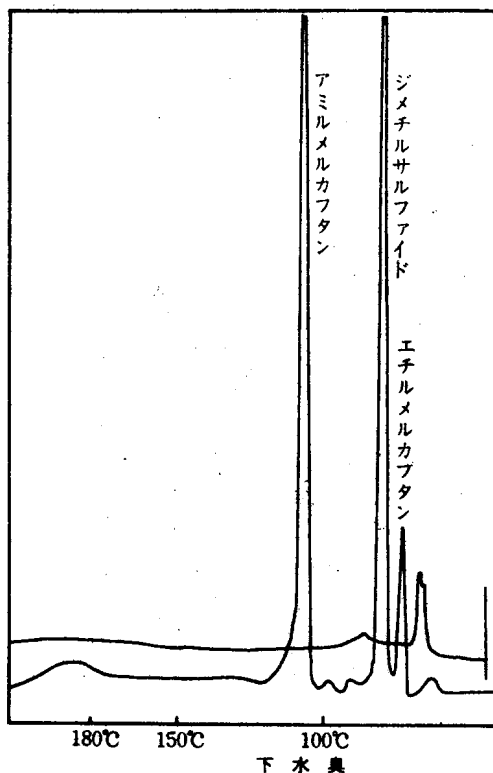
以上の定期的な調査で、工場内の臭気レベルや工場外への影響および問題になりそうな発生源の概略



苦情臭気例 (52濃縮)



臭気源より 200 m 下流の下水口臭気



下水臭

はつかめ、ある程度防止対策の役に立てることができ。しかしどの発生源に、どんな方法により、どの程度の対策をたてるか、といった根本的なことになると、濃度も臭気成分も発生量も不明なので、明快な解答は得られない。したがって、次に第二段階の調査として、第一段階で作製した分布図をもとに、環境臭気を採取し、濃縮して機器分析を行なう。そして工場内の悪臭物質がどんな種類のものであるかを明確にしておく。他方では、全ての発生源からの排ガス中の臭気成分と濃度を分析して、環境臭気成分と見比べながら、該当する臭気発生源をリストアップする。こうして得られた発生源の一覧表は、悪臭苦情に対する予防的対策にも役立てることができる。すなわち臭気パターンは、成分の種類、種類の多少、重いものが多いか軽いものが多いか、主成分は何かなどの項目でうまくに区別できるので、苦情臭気はある程度判別できる。悪臭のガスクロマトグラフ分析によって、悪臭苦情が解決された例を前ページ右下からの図に示す。これは石油工場から400 m離れた住宅地の住民から、石油臭がするとの苦情が寄せられた例である。風は住宅地から工場方面へ向けて吹いており、工場が原因でないことは明らかであったが、詳しく付近を調べた結果、石油臭を発生する下水口を発見した。その臭気パターンは前ページ右下図である。ここは下水の臭気パターンと、重質油特有の臭気パターンがミックスしたものである。左上図は同系統の200 mさらに下流地点の、下水口の臭気パターンである。ここでは重質油部分のピークが非常に小さくなっている。この結果にもとづいた調査で、前ページ右下図の臭気を発生していた下水口近くのビル、ボイラーの配管からわずかながら重油が漏れていたことが判った。さらに追跡調査で1カ月後に同じ下水口の臭気を測定したが、左下図に示すように下水臭のパターンだけが残った。以上のように個々の成分を詳細に定性、定量できなくても工場の臭気パターンを把握しておくことは、予防的対策にも大いに役立つ。

臭気発生源の定量化

臭気発生源のリストアップが終わったら、次に各発生源からのガス排出量、排出の特性、作業状況を調べる。排出の特性は臭気が定常的に排出するのか、間欠的に排出するのか、濃度にはバラツキがあるか、あるいは一作業を通じて排出量はどう変動する

かといったようなことで、これらの結果を総合的に判断した上で、それぞれの発生源に合った防止対策を選定する。

しかし数多くの発生源を前にして、実際にどの発生源にどの程度の防止対策を行えば、最も効果的かということになると、その判断は定性的になりがちでなかなか難しい。たとえば臭気の排出量は小さくても、発生源が民家に近接していれば影響は大だろうが、逆に排出量は大きくても、工場内の奥に位置し民家から離れていれば、外部への影響は軽微かもしれない。また脱臭設備の除去率についても、どの程度のものが必要か判断が難しい。もちろんすべての発生源に、一様に完全対策を実施すればよいが、技術的にも不可能なばかりか、経済的にも無駄が多い。このような問題に対してある石油工場では、臭気発生源が周辺へおよぼす影響の大きさを定量化して数値で表わし、各発生源をランクづけして、対策の必要性の判断基準を得ることに成功し、悪臭防止に役立てているので以下に紹介する。

$$I = \frac{V\sqrt{W}}{x} \times 35.3 \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{bi}}$$

V：臭気ガスの発生源からの排出速度[m³/Hr]

C₁, C₂...C_n：排出ガス中の各臭気成分濃度 [ppm]

C_{b1}, C_{b2}...C_{bn}：各臭気成分の嗅覚限界濃度 [ppm]

W：風速 [m/sec] (W≧1)

X：発生源から住宅地迄の距離 [m]

Iは臭気影響濃度（オダーユニット）と名付けられ、臭気発生源の住宅地への影響度を表わす。すなわち1ft³の嗅覚限界濃度の臭気ガスを1〔臭気単位〕とした時（35.3はm³からft³への換算値）、発生源からは35.3V × ∑ci/cbi臭気単位の臭気が発生し、それらが風速の√に比例し、距離の二乗に反比例して拡散する。そして発生源からXm離れた地点では、I臭気単位の臭気になるというものである。風速や距離の項のほか、気温、地形、拡散速度、煙源

の高さ等の要素が影響するが、臭気源の大きさのランクづけという現実の目的に対しては、このIの値を比較することで十分役に立つ。悪臭公害の発生の可能性と、Iの値との関係については、過去何年間の悪臭苦情を解析して、次のような基準を得ている。

I=1,000以上の発生源に対しては、400以下になることを目標にして、悪臭防止設備を設置する。400～1,000の発生源は複合する場合に問題となる。この基準値は石油工場で得られた一例であるが、他の場所で適用する場合には、その地の気候、環境、風土等によって変わることもあり得るので、実際の苦情を解析してみて、実情に合った基準をつくるのが望ましい。なおこの基準値を計算する場合問題となるのは、嗅覚限界濃度（C_{bi}）であるが、パネラーによって測定した値として、次表に示すような値をとっている。また風速は実際に悪臭苦情が生じた時の、平均値として5m/secを採用している。

悪臭成分の嗅覚限界濃度（例）

臭気成分	濃度(ppm)	臭気成分	濃度(ppm)
硫化水素	0.014	ヘプチルメルカプタン	0.011
メチルメルカプタン	0.0085	メチルサルファイド	0.0052
エチルメルカプタン	0.0026	アリルサルファイド	0.0050
プロピルメルカプタン	0.0022	エチルサルファイド	0.0050
ブチルメルカプタン	0.0019	ブチルサルファイド	0.0140
アミルメルカプタン	0.00067	アンモニア	6.0
ヘキシルメルカプタン	0.0056	ガソリン	64

悪臭防止技術

悪臭防止対策には、悪臭物質の除去、転換、マスキング、稀釈、排出源へ移動など種々の方法があるが、そのうち悪臭物質の除去あるいは、他の無臭物質への転換といった抜本的な防止技術に関するものを大別すると、燃焼法、吸収法、吸着法に分けられる。

これらの防止技術のうちどれを採用するかは、発生源の状況（悪臭物質の種類、排ガス量、濃度等）によってまちまちであるが、現在比較的效果のあがっているのは燃焼法といえる。吸収法は安全かつ容易に運転できるので、最も多く用いられているが、十分な効果が期待できないこともある。吸着法は簡便法として用いられていることが多いが、吸着剤の再生、取り換え等の点で問題が残る場合がある。以下これらの装置の代表的な例について概説する。

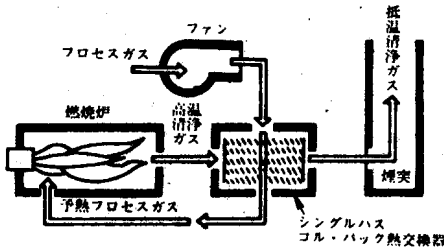
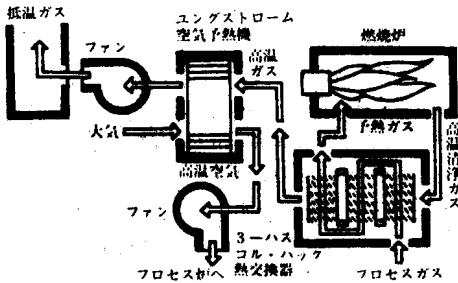
I：悪臭影響濃度	臭気苦情発生の可能性
1000 以上	可能性あり
400～1000	単独では可能性は小さい
400 以下	可能性なし

燃焼法（悪臭防止）

燃焼法には悪臭物質を補助燃料により、直接焼却する直炎法と、酸化触媒を用いて比較的低温で、酸化燃焼する触媒酸化式がある。

(1) 直炎式

図にフローシートの一例を示す。装置は燃焼炉、熱交換器、ブローアの組み合わせからなる。臭気ガスを予熱して燃焼炉に導き、火炎の中へ周辺より均等に直角に噴流させ、各臭気成分の持つ発火温度以上の雰囲気と混合させて、酸化熱分解を促進させる。火炎と混合状態になった分解中のガス温度は700～800℃、滞留時間は0.3～0.5秒である。脱臭完了後の排ガスは熱交換器に導入し、臭気ガスを予熱して、廃熱回収を行ない、運転経費の節減を図る。



直炎式脱臭装置例

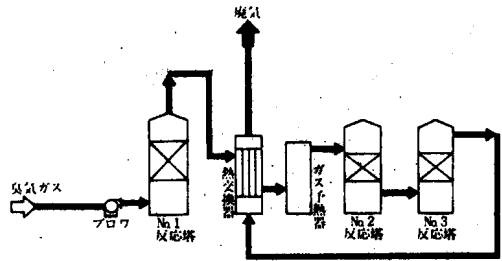
特徴

数 m^3/min ～1,000 m^3/min のガス量进行处理ことができ、有機性ガス、可燃性ガス等ほとんどすべての悪臭ガスに適用される。脱臭率は100%近い高効率を得られる。燃料は重油、灯油、ガスいずれを用いてもよい。長期間の連続運転に対しても脱臭効果は低下しない。ただし、可燃性ガスの脱臭の際には、安全性をよく検討する必要がある。

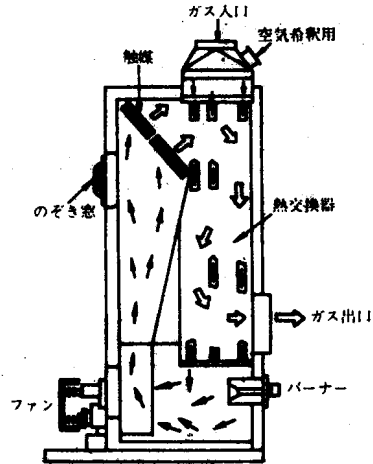
(2) 触媒酸化式

触媒酸化式は白金、コバルト、銅、ニッケル等の触媒を使用し、常温～低温（約350℃以下）で完全燃焼を達成して、補助燃料の経費を軽減しようとする方法である。炭化水素系の悪臭物質の除去には、極めて有効である。図にフローシートの一例を示す。ブローで吸引されたガスはNo1反応塔に導入され、ガス中の硫化水素が触媒により除去される。No1反応塔からのガスは約250～300℃まで加熱され、No2反応塔で触媒により、有機硫黄が除去される。さらに、No3反応塔で、蛋白、炭化水素等の悪臭成分が、触媒により酸化分解除去される。

触媒としての重要な要素は、低温活性が高く、ガス流に対する圧力損失が小さく、表面積が大きいことである。熱交換器、加熱炉、触媒エレメントを一つにまとめた装置の例では、図のようなものがある。



触媒酸化式脱臭装置フロー



触媒酸化式脱臭装置例

特徴

50～1000 m^3/Hr 程度のガス処理が効果的にこな