

室内臭気の評価技術 Evaluation Technique of Indoor odor

勘坂 弘子 Hiroko Kanzaka
小川 晴果 Haruka Ogawa
高橋 晃一郎 Koichiro Takahashi

1. はじめに

近年、シックハウス症候群や化学物質過敏症が広く知られるようになり、また、清潔志向もあり、臭気の種類によっては非常に弱いわずかな臭気でも不快と感じられる場合もある。

このような背景の中、室内の臭気が気になるといった不具合事例が増加しており、臭いの原因物質、発生源および健康被害の可能性の有無等について、素早く、適切な判断が必要とされている。そこで、技研では、最新のGC/MS（ガスクロマトグラフ質量分析計）を用いた精密分析などを駆使し、対応にあたっている。

本稿では、このような分析装置を用いた分析事例と精密機器で分析できない極微量の成分による臭気に対する対応事例について紹介する。

2. 臭気評価技術の概要

臭気には次のような特徴があり、決まった方法のみでは対応できない。

a) 臭いを感じる最低濃度の一例を Table 1 に示す。臭いの感じやすさは物質によって異なり、精密機器分析でも検出できない ppt レベルで臭うものまである。

b) 普段感じている臭いは数千、数万といった多成分の混合体で各成分は相乗・相殺といった相互作用を持つ。

c) 臭いの感覚は、濃度に対して対数的に感じるという Weber-Fechner の法則が成り立ち、化学物質を 90% 除去しても臭いは半分程度にしか減少しない。

臭気問題発生時の対応フローを Fig. 1 に示す。

まず、現地で臭気を確認し、問題となっている臭気を正確に把握する。正確に把握でき、発生源がわかれば、対策を立案することができる。しかし、把握できない場合には、詳細分析やモニタリングが必要となってくる。

分析方法には、大きく分けて、分析機器による化学物質濃度測定法と人の嗅覚を用いた官能評価法がある。

主な原因物質の嗅覚閾値が、ppm または ppb レベルの物質である場合には、化学物質濃度測定法により、原因物質の同定ができる場合が多い。

一方、原因物質の嗅覚閾値が、ppt レベルの物質で濃度が低い場合や分析機器に対応できない物質の場合、また多成分による複合臭の場合には人の嗅覚を用いた官能評価法を用いる。近年、複合臭が問題となることが多くなっており、悪臭防止法においても、人の嗅覚を用いた臭気指数が導入されている。

Table 1 嗅覚閾値（臭いを感じる最低濃度）
Olfactory Threshold

ppm (百万分の1)	アセトン (42ppm) [溶剤臭] ベンゼン (2.7ppm) [甘い臭い] メチルアルコール (33ppm) [アルコール臭] ホルムアルデヒド (0.5ppm) [ホルマリン臭]
ppb (十億分の1)	o-キシレン (380ppb) [溶剤臭] アセトアルデヒド (1.5ppb) [二日酔い臭] α-ピネン (18ppb) [森の香り] 硫化水素 (0.41ppb) [ゆで卵臭～温泉臭]
ppt (一兆分の1)	イソ吉草酸 (78ppt) [動物臭] トリメチルアミン (32ppt) [魚腐敗臭] N-ブチルメルカプタン (2.8ppt) [動物・汗臭] N-オクチルアルデヒド (10ppt) [こげ臭]

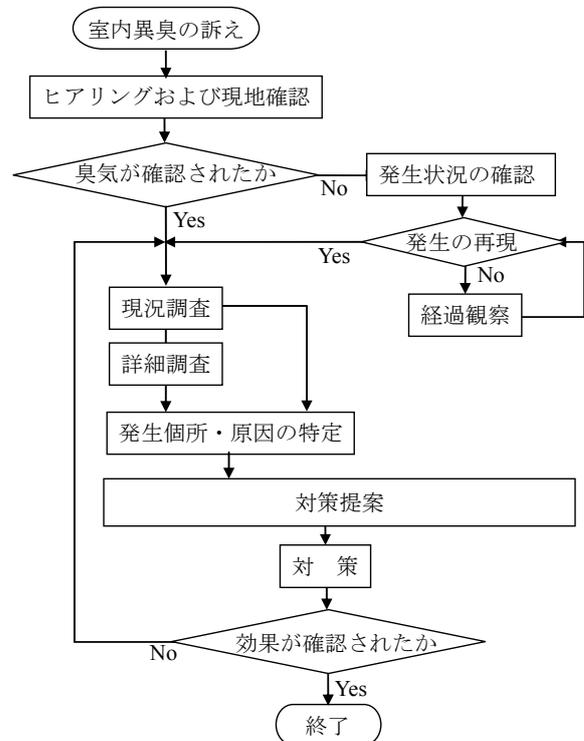


Fig. 1 臭気問題対応フロー
The Flow of Odor Annoyance Solution

3. 臭気評価技術の適用例

3.1 化学物質濃度測定法の場合

化学物質濃度測定法の適用例を以下に述べる。

(1) ヒアリングおよび現地確認 工事直後より臭気があり、ドアを開けて換気を行うが強い臭気がとれない。エアコン、加湿装置はあるが換気設備がないとのことであった。現地確認の結果、臭いの種類は、フェノール様の臭気を含む刺激のある溶剤臭で、かなり強い臭気を感じられた。

(2) 発生箇所・原因の特定 空気中の化学物質はGC/MSで分析できる(Photo 1)。分析の結果、検出された成分は約150成分で、TVOC（総揮発性有機化合物濃度）は20,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と非常に高い濃度を示し、主な臭気原因物質が約15成分わかった。種々の使用建材からの臭気が混合したものと考えられた。



Photo 1 GC/MS (ガスクロマトグラフ質量分析計) Gas Chromatography Mass Spectrometer

(3) 対策と効果の確認 対策として、Photo 2に示すように化学物質濃度の変化を簡易臭気測定器、ニオイセンサでモニタリングしながら、部屋の加温と換気を繰り返すベークアウトを、Fig. 2に示すように値がゼロになるまで行った。



Photo 2 ベークアウトの状況(左)とニオイセンサ(右) The situation of Bake Out (left) and a Odor Sensor (right)

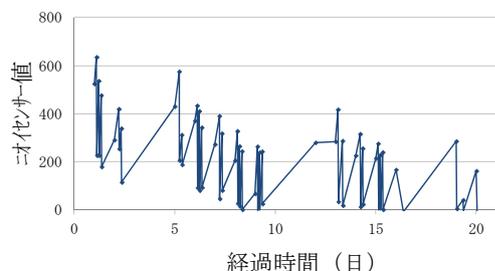


Fig. 2 ニオイセンサによるモニタリング結果 The Monitoring Result by a Odor Sensor

本件では、対策後も残留臭気を感じられたため、残留臭気について再びGC/MSによる詳細分析を行った。その結果をFig. 3に示したが、TVOCとしては約1/30に減少したものの、フェノールとクレゾールが嗅覚閾値を超えて検出され、臭気原因となっていることがわかった。

発生源調査のため、使用されている建材を採取し、それらからの発生物質をGC/MSで分析した。その結果、臭気原因のフェノールとクレゾールは、もともと含有していた接着剤でなく、含有していないはずの目地シーリング材や塗装鋼板などから多く発生しており、付着臭による二次的な発生物質の影響が大きかったことが示された。このため、対策としては、付着臭がなくなるまで、継続的に換気することが有効であることがわかった。

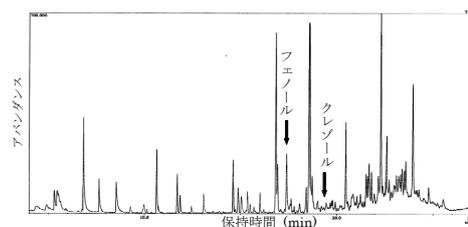


Fig. 3 ベークアウト後の室内臭気のGCMS分析結果 Result of GCMS Analysis of the Indoor Odor after the Bake Out

3.2 人の嗅覚を用いた官能評価の場合

人の嗅覚を用いた官能評価の適用例を以下に述べる。

(1) ヒアリングおよび現地確認 改修工事引き渡しの約2週間後に室内で異臭が発生した。排気経路の正工事および強制換気を行い、臭気はかなり改善したが残存した。悪臭22物質、VOCなど化学分析を行ったが嗅覚閾値を超えて検出された成分はなかった。臭いの種類がわかる程度の弱い臭気で、種類は、酸味様臭、発酵、腐敗を連想する臭いであった。

(2) 発生箇所・原因の特定 発生箇所を特定するために、不快臭を感じている人に部屋の臭気と採取した建材の臭気を嗅がせ、Table 2に示す回答用紙に点数をつけてもらい評価した。その結果、建材間に差はなく、臭気は、特定の建材からではなく、建材の混合臭や付着臭の再放出によるものと考えられた。

Table 2 臭気調査回答用紙の例 Example of the Odor Investigation Sheet

氏名: _____ 試料名称: _____	
においを嗅いで下記の0~4のいずれかに○を付けて下さい。	
4	普段感じている部屋のにおいに良く似ている。
3	部屋のにおいにこのにおいも含まれるような気がする。
2	時々このにおいも感じられるような気がする。
1	部屋のにおいとは違う弱いにおい。
0	ほとんどにおいを感じない。よくわからない。

(3) 対策と効果の確認 対策としてベークアウトを行い、官能評価により効果の確認を行った。Fig. 4に示すように異臭として感知されていた不快な酸味や建材(ゴム)臭が感じられなくなり、臭気の改善が示された。

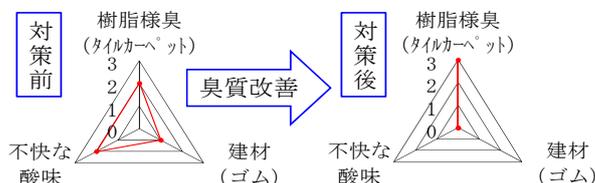


Fig. 4 官能評価による効果の確認 The Check of the Effect by Sensory Evaluation

4. まとめ

GC/MS やニオイセンサなどの機器による臭気物質の分析例と機器の検出限界以下の微量成分が原因である場合の官能評価による臭気の評価例について紹介した。