

一般環境臭気の臭気濃度測定法の検討

辰市祐久 岩崎好陽 上野広行

1 はじめに

従来の臭気問題は工場、事業所等から排出される悪臭物質による隣接地域への比較的強い臭気が主体であった。しかし、近年より快適な環境を確保する観点から、比較的濃度の低い臭気についても問題が提起されてきた。

例えば、幹線道路周辺における自動車排ガス臭気問題¹⁾や、地方都市から東京都心部に戻った際に感じるバックグラウンド的な臭気に対する指摘も多い。

また、東京都を始め、各自治体で実施されている環境影響予測評価制度においても、対象事業の事前調査及び事後調査において、一般環境の比較的低濃度の臭気を評価できる測定方法の確立が望まれている。

現在まで臭気の官能試験法による測定方法は、日本においては三点比較式臭袋法²⁾が広く用いられており、また欧米においてはオルファクトメーター法³⁾が比較的多く用いられてきた。これらの方法はどちらも臭気濃度10（無臭の清浄な空気では10倍に希釈したとき丁度においが無くなる臭気）程度までの臭気について測定可能であるが、一般環境の更に低い濃度の測定には不向きであった。

そのため、今回3種類の吸着剤を用いて一般環境の臭気を濃縮し、臭気濃度を測定する方法を試みた。あわせて、この方法を用いて、都内9ヶ所において環境臭気測定を実施した。それらの結果を報告する。

2 実 験

一般的に大気を濃縮する方法には、液体酸素等の冷媒を用いる低温濃縮法と吸着剤を用いる方法とがある。本実験では濃縮時の水分の影響を避ける等の理由により、一般環境臭気の濃縮には吸着剤を用いることとした。

図1に試料採取の概略図を示した。ここでは吸着剤、ポンプ、ガスメーターの順序で接続し、テナックス GC 側から5~8 l/minの流速で吸引し、数百 l ~ 1 m³ 程

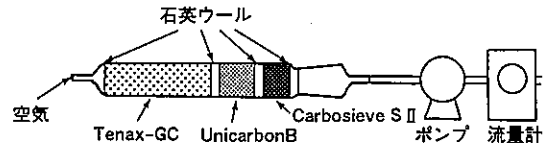


図1 悪臭成分吸着管の概要

度の大気を採取した。吸着剤としては、テナックス GC (60/80 mesh)、ユニカーボン B (60/80 mesh)、カーボシーブ S II (60/80 mesh) の3種類を用い、内径23mmの専用のガラス管にそれぞれ7 g、4 g、4 g 充てんした。次に、まず上記の採取方法における環境臭気の保持容量及び回収率を検討するため、以下の実験を行った。

(1) 吸着剤の保持容量の推定

吸着剤の保持容量の測定にあたっては、既に田中⁴⁾、堀本ら⁵⁾により実施されている方法を採用した。

この方法は臭気成分の保持容量の対数とカラム絶対温度の逆数との間にある直線関係を利用して推定するものである。この方法では、常温での保持時間の測定は長時間を要し、実際に測定することは困難なことから、常温まで直線を外挿して常温での保持容量を推定している。

実験はテナックス GC、ユニカーボン B、カーボシーブ S II 各0.1 g をそれぞれ内径4mmのガラス管中に充てんし、ガスクロマトグラフ (GC-6A) の注入口と FID 検出器の間に接続し行った。

実験に用いた臭気成分は芳香族炭化水素類、アルデヒド類、低級脂肪酸類であった。

(2) 吸着剤における回収率の測定

A 単一成分の回収率

単一成分の回収率測定のための吸着管は上記の3種の吸着剤 (各1.5 g) を1本の内径7mmのガラス管に充てんし、エージング装置内で210℃の条件で前処理を行った。用いた臭気はトルエン、キンレン各11 ppmであり、上記

吸着管に吸着させ、その後熱脱着し、吸着前と吸着後の各成分の濃度をガスクロマトグラフによって測定することにより回収率を求めた。

ガスクロマトグラフの測定条件

ガスクロマトグラフ	島津 GC-6A
検出器	水素炎イオン化検出器 (FID)
カラム	G-100 長さ30m
カラム温度	120℃
検出器温度	230℃
キャリアーガス	He 40m l/min
イ	複合臭気の回収率

複合臭気は、ウレタン系の塗装臭、し尿臭、オフセット印刷臭、下水汚泥臭を用いた。

これらを適当な濃度に調整し、その臭気濃度を三点比較式臭袋法により測定した。更にこれらの適当量を210 lのバッグ中に入れ、上述と同様の吸着管に吸着させた後脱着し、臭気濃度測定を行って、回収率を求めた。

なお、臭気を測定するパネルはT & Tオルファクトメーターによるパネル選定試験に合格した被験者の中か

ら6名を選んだ。

(3) 一般環境臭気測定

図1に示すに方法により、都内の一般環境における臭気を実測した。試料採取場所は9ヶ所で、他の汚染物質の濃度との比較が可能なることから、全て都内の大気汚染常時測定局で行った。

吸着剤の前処理方法としては、吸着管をカラムエージング装置内に入れ、210℃で窒素を30m l/minの流速で24時間程度流した後、ガラス管の両端を密栓し保存した。

試料採取後は密栓し、冷暗所に保存した。この試料を官能試験の当日に再度カラムエージング装置内に入れ、180℃の温度で窒素ガスを100m l/minの流速で流し、吸着された臭気を容積2 lのテトラバック内に脱着した。この試料の臭気濃度を三点比較式臭袋法により測定した。

3 結果と考察

(1) 吸着剤の保持容量について

実験の結果、芳香族炭化水素類については、テナックスGC及びユニカーボンBにおける保持容量とカラム絶対

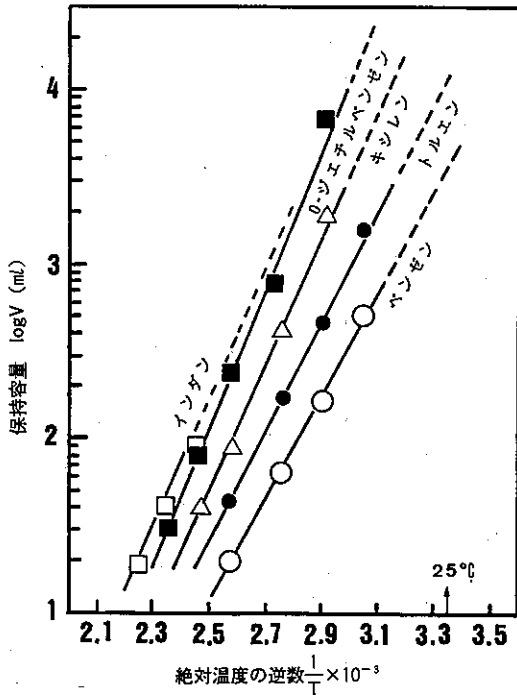


図2 芳香族炭化水素類の Tenax-GC における保持容量と絶対温度の逆数との関係

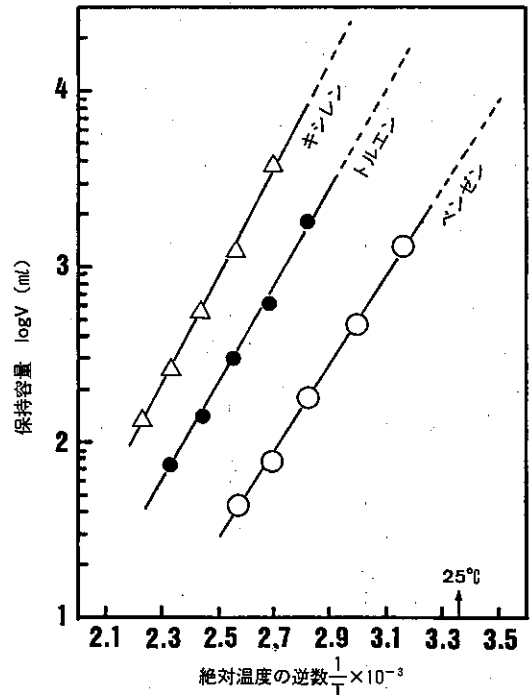


図3 芳香族炭化水素類の Unicarbons B における保持容量と絶対温度の逆数との関係

温度の関係を図2, 図3に示した。図2, 3より, 一般環境臭気の測定用の吸着剤重量から推定すると, 25℃におけるベンゼン, トルエン, キシレン, O-ジエチルベンゼンの保持容量は, それぞれ, 370ℓ, 2.4m³, 11m³, 14m³以上と高い値となった。これらの値は捕集予定量としている数百ℓ以上の保持容量を備えていることになる。

また, 180℃で熱脱着を行った場合, テナックスGCについてはO-ジエチルベンゼンが脱着ガス量1ℓ以下で脱着し, ユニカーボンBについてはトルエンが脱着ガス量1.6ℓ以下で脱着すると推定されるので, 多くの芳香族炭化水素類は2ℓ程度で吸着管から回収できると思われる。

ただし, これらの保持容量は各成分の濃度, 流速, 多成分の吸着等に影響されて小さくなることも考えられる。また, カーボンブSⅡを用いた場合には, ベンゼンでも吸着されたままで, 脱着が困難であった。

アルデヒド類の場合のテナックスGC, ユニカーボンB, カーボンブSⅡにおける保持容量とカラム絶対温度の関係を図4, 図5, 図6に示した。図4より, 一般

環境臭気の測定用の吸着剤重量から推定すると, 25℃におけるバレルアルデヒド, ベンズアルデヒドの保持容量は1.4m³以上あり, 図6ではホルムアルデヒド, アセトアルデヒドがそれぞれ, 4m³以上の保持容量を示していた。これらの値はプロピオンアルデヒド, イソブチルアルデヒドを除き捕集予定量としている数百ℓ以上の保持容量を備えていることになる。

低級脂肪酸類のテナックスGC, ユニカーボンBにおける保持容量とカラム絶対温度の関係を図7, 図8に示した。

図7, 8より, 一般環境臭気の測定用の吸着剤重量から推定した25℃におけるプロピオン酸, n-酪酸, イソ吉草酸の保持容量は, それぞれ370ℓ, 900ℓ, 1.8m³となった。

また, カーボンブSⅡについては, 180℃でも酢酸以外の成分は吸着したままでほとんど検出されなかった。なお, 田中らも指摘したように, 保持容量の対数とカラム絶対温度の逆数との関係は, 低温側で直線にならず, 下向きに凸の曲線となり, 低温で外挿した値より実際の

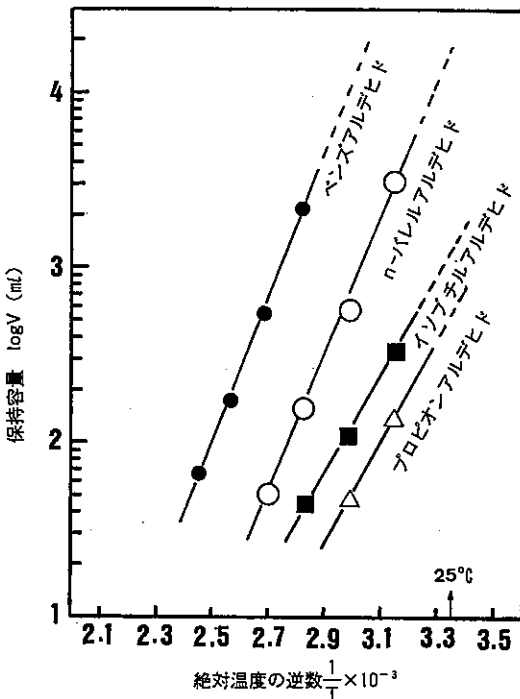


図4 アルデヒド類の Tenax-GC における保持容量と絶対温度の逆数との関係

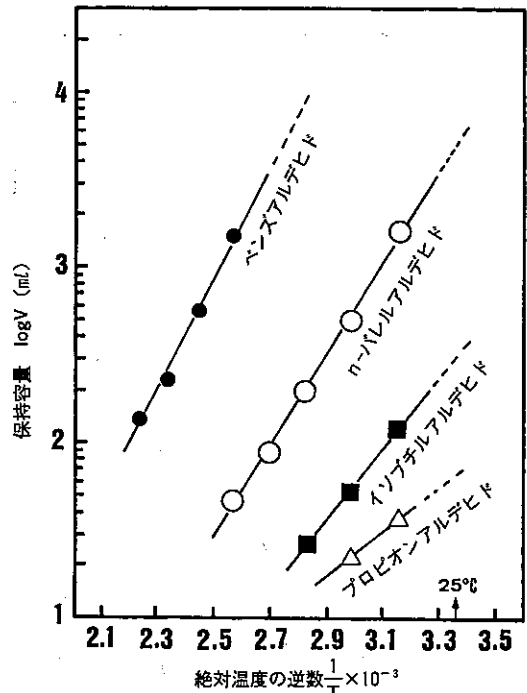


図5 アルデヒド類の Unicarbon B における保持容量と絶対温度の逆数との関係

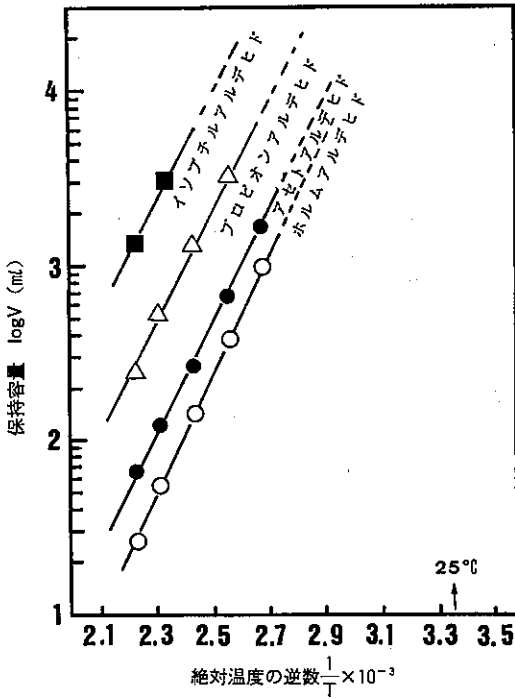


図6 アルデヒド類の Carbosieve S II における保持容量と絶対温度の逆数との関係

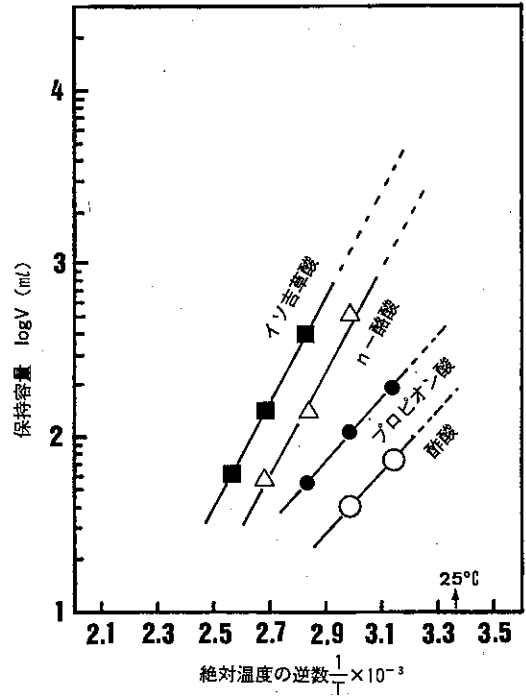


図7 低級脂肪酸類の Unicarbon B における保持容量と絶対温度の逆数との関係

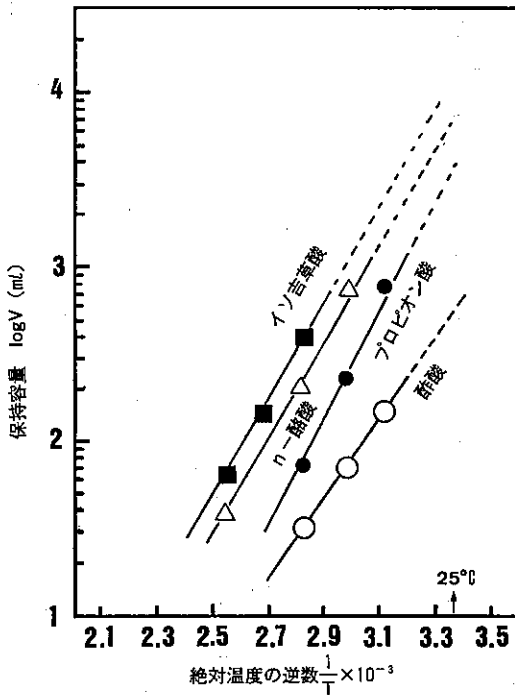


図7 低級脂肪酸類の Tenax-GC における保持容量と絶対温度の逆数との関係

保持容量が高くなっていることも考えられる。以上より、一部のアルデヒド類を除き、今回実施した単一成分では、一般環境臭気の濃縮に十分な保持容量があることを示していた。

(2) 吸着剤による悪臭成分の回収率について

ア 単一成分の回収率について

芳香族炭化水素類のトルエン、キシレンを3種の吸着剤によって吸脱着し、元の濃度に対する比率を表1に示した。表1から、1m³近くまで採取しても90%以上の回

表1 3種の吸着剤による芳香族炭素類の回収率

種類	希釈ガス量 (ℓ)	15	50	210	1200
トルエン		97	97	91	98
キシレン		100	96	97	99

単位：%

表2 一般大気臭の臭気濃度測定結果

所在地	測定地点	主要道路からの距離	臭気濃度
新宿区西新宿	初台	4 m	7.4
台東区三ノ輪	大関横町	5 m	9.8
目黒区柿の木坂	柿の木坂	6 m	8.1
渋谷区笹塚	大原	5 m	7.5
世田谷区粕谷	八幡山	4 m	9.0
大田区大森南	糞谷	20 m	5.9
新宿区百人町	国設東京	500 m	4.7
世田谷区世田谷	世田谷	500 m	1.5
多摩市愛宕	多摩	1000 m	1.1

収率があった。理由として、図2、3のように各吸着剤の保持能力が高く、直列に接続したため、高い回収率になったと考えられる。

イ 複合臭気の回収率について

4種の複合臭気の臭気濃度を測定して臭気指数に変換し、元の臭気指数に対する吸着後の臭気指数で回収率を表すと、塗装臭、し尿臭、オフセット印刷臭、下水汚泥臭の回収率はそれぞれ97%、74%、95%、91%であった。ここでは炭化水素系の塗装臭の回収率が高く、し尿臭ではやや低かった。し尿臭を吸着剤から脱着させた後、その臭気を嗅ぐと、元の臭気に比べスカトール臭に関しては強く感じられ、硫化水素臭については弱かった。

(3) 一般環境臭気の臭気濃度について

一般環境臭気を上記の3種の吸着剤に捕集濃縮して、臭気濃度を測定した結果を表2に示した。表2より、道路近傍では7.4~9.8と10に近い値も示された。一方、都心部を除く住宅地では1.1~1.5と1に近い低い臭気濃度を示した。

臭気濃度10近くとなった幹線道路の近傍では、試料採取時に自動車排ガスの臭気を感じられたところが多かった。このときの臭気の強さは感覚的に、6段階臭気強度表示法の[2]の“何の臭いかわかる弱い臭い”と[3]の“らくに感知できる臭い”の間の臭気強度2.5程度であった。この臭気強度2.5は環境庁の調査によれば臭気濃度10程度に対応するとされ、この値は今回測定を行った臭気濃度の値とはほぼ一致していた。

また、住宅地での試料採取時は臭気としてはほとんど感じられない程度であり、特に濃縮しなければ通常意識されない臭いの程度と考えられる。

次に、一般環境臭気における脱着の状況を検討するため、1度脱着し終わった吸着管を再度同じ方法で脱着し

てみると、2回目はブランク値程度であり、1回目で大抵の臭気が脱着していることがわかった。

更に、一般環境臭気を捕集する際、この吸着管を2本直列につなぎ、各吸着管からの臭気濃度を測定した結果では、100%近くが第1本目の吸着管に捕集されていた。したがって、一般環境大気中にあるような悪臭成分はこの1本目の吸着管によって容量的には大部分捕集できたと考えられる。

一般環境大気中には今回保持容量を測定した以外の臭気物質が多数存在していると思われるが、道路沿道の臭気については、自動車からの排ガスの影響が大きいと考えられる。臭気に大きく寄与する成分として、ガソリン自動車については、辰市らはエチルトルエン、ジエチルベンゼンを指摘した。また、Levinsらによるとディーゼル自動車から出る臭気には、石油臭成分として各種のアルキルベンゼン、インダン、燃焼臭としてメチル化あるいはメソキシ化したフェノール、メソキシインダノン等の存在を指摘している。これらについては、今回保持容量を測定した物質に比べると、比較的高分子の炭化水素であり、図2、3から推定するとほとんどが一般環境臭気測定用の吸着管によって吸着されるものと考えられる。

4 まとめ

一般環境臭気を測定するため、3種類の吸着剤（テナックスGC、ユニカーボンB、カーボシープSⅡ）を用いた濃縮法を検討するとともに、これらの吸着剤を使って臭気濃度を実測した。その結果次のことが明らかになった。

(1) 3種の吸着剤を使って、芳香族炭化水素類、アルデヒド類、低級脂肪酸類の保持容量を測定したところ、数百ℓ~1m³程度の採取量ならば一部のアルデヒドを除き、一般環境臭気測定用の吸着管によって大部分の臭気を捕集できることがわかった。

(2) テナックスGC 7g、ユニカーボンB 4g、カーボシープSⅡ 4gを直列に充てんした吸着管で一般環境臭気の臭気濃度を測定した場合、道路近傍では7.4~9.8と10に近い値であり、都心部を除く住宅地では1.1~1.5と1に近い臭気濃度であった。

(3) 複合臭気の回収実験から、芳香族炭化水素系の成分の多い塗装臭等では回収率が高く、し尿臭では多少低かった。

参考文献

- 1) 中浦久雄ら：臭気影響調査結果の検討—道路及び河川からの臭気の影響—, 東京都環境科学研究所年報 1987, p.21-p.25.
- 2) 岩崎好陽ら：三点比較式臭袋法による臭気の測定, 大気汚染学会誌, 13, p.246-251 (1978).
- 3) A.Dravnies, W.H.Prokop, W.R.Boehme: Measurement of Ambient Odors Using Dynamic Forced-choice Triangle Olfactometer, J.Air Poll.Control Assoc., 28, 11, p.1124-p.1130 (1978).
- 4) 田中敏之：常温吸着法による大気中のガス状有機化学物質のサンプリングについて その1. 基礎原理, 環境と測定技術, 16, 1, p.63-p.68 (1989).
- 5) 堀本能之：吸着法による低沸点大気汚染物質の捕集と分析(1)多孔性ポリマービーズ冷却の効果, 大気汚染学会誌, 14, 6, p.243-248 (1979).
- 6) 田中敏之ら：塗装・印刷工程から排出される有機溶剤成分の測定, 公害, 20, 3, p.51-p.57 (1985).
- 7) 環境庁大気保全局特殊公害課：昭和56年度官能試験調査報告書 (1982).
- 8) 辰市祐久ら：自動車排ガス中の臭気物質について, 東京都環境科学研究所年報1989, p.96.
- 9) P.L.Levens, D.A.Kendall: Chemical Analysis of Diesel Exhaust Odor Species, Automotive Engineering Congress, Detroit, Mich., Feb.,25 - Mar.p.1 (1974).