

ホルムアルデヒドの固相比色認識材料の開発と応用

8ASKM009 香取 理紗
指導教員 関根 嘉香

1. 緒言

近年、空気質に対する関心が高まる中、シックハウス症候群の原因物質の一つであるホルムアルデヒド(HCHO)の有無を簡易に測定する方法が求められている。実際に HCHO 比色検知材料が開発され市販されているが、色の判断に個人差が生じるため専用機器を必要とし、事実上簡易化されていないのが現状である。そこで、本研究では 4-アミノ-3-ヒドラジノ-1,2,4-トリアゾール(AHMT)を用いた固相の比色認識材料を新規開発し^{1),2)}、携帯電話とインターネットを用いた HCHO 診断システムを考案した³⁾。この比色認識材料の保存安定性の検討、および建材から放散される HCHO の応答を調べ、ネットワークを利用した HCHO 診断システムを実現させるため、携帯電話のカメラの種類、撮影条件が及ぼす影響について検討した。

2. 比色認識材料の特徴

AHMT 法は本来液相反応であるが、亜鉛化合物の共沈殿を用いることで固相反応に適応することができた。この比色認識材料は HCHO と反応し白色から紫色に変化し、色彩の変化が明瞭なため、誰でも簡易に色の判断ができる。また、液性が中性付近であるため安全性が高く、固相であるため扱いやすい。

3. 比色認識材料の作製と測定

AHMT/HCl 溶液に ZnO を加え、そこに KIO_4/NaOH 溶液を混合し共沈殿させた。得られた懸濁溶液を遠心分離し、沈殿のみをシャーレに展開し、寒天溶液で冷却固化し比色認識材料を作製した(Fig.1)。

次に、HCHO の定量には発色度を用いた。紫色を呈した比色認識材料は、最大吸収波長 550nm であった(Fig.2)。これは緑の補色のためである。そこで、緑の濃さを表した G 階調値を用いて数値化した。比色認識材料の色の濃さを G 階調値で示すと濃度の増加と共に減少する。そこで、発色度を①式で定義した。

$$\text{発色度} = 255 - \text{G 階調値} \quad \dots \quad \text{①}$$

4. 比色認識材料を用いた測定

比色認識材料の発色度は空気中 HCHO 濃度に対して応答的であり、室内空気中濃度の測定に利用できる。また、Fig.3 に示すように、HCHO 発散建材(合板)からの HCHO 放散量と発色度には直線関係があり、この比色認識材料は建材からの放散量測定にも利用でき、汚染源の特定に有用である。

一方、比色認識材料を室温で長期保存すると、未使用品(ブランク)の着色や検出感度の低下が見られた。そこで、比色認識材料の劣化に及ぼす保存温度の影響を調べた。その結果、冷凍または冷蔵保存するほど比色認識材料の劣化は少なく、低温環境であれば長期保存が可能であった。

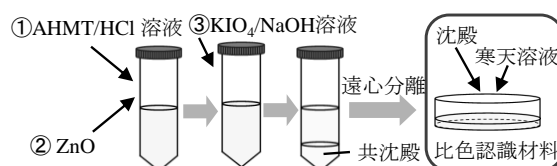


Fig.1 比色認識材料の作製方法

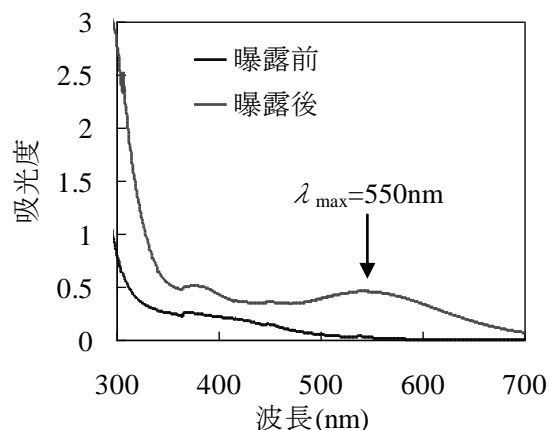


Fig.2 AHMT の反応前後の吸収スペクトル

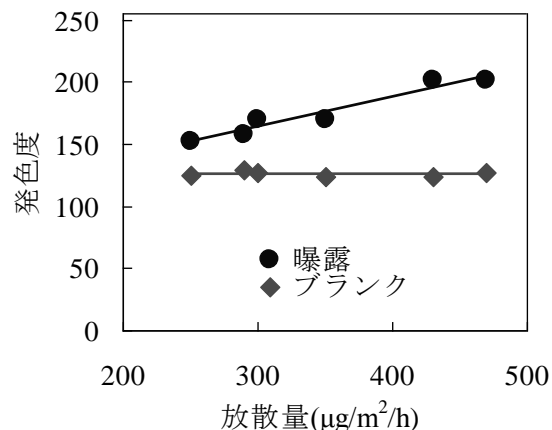


Fig.3 建材から放散される HCHO に曝露した比色認識材料の発色度(曝露時間 24h)

5. ネットワーク利用 HCHO 診断システム

比色認識材料は HCHO 濃度に応答的である。ただし目視による色の判定には個人差が大きい。そこで Fig.4 に示す診断システムを提案した。被験者が在宅で比色試験を行なった後、携帯電話で発色部を撮影し、その画像をメールサーバーに送信する。試験機関で画像を受信し、画像解析を行う。解析結果は、インターネットを通じて速やかに被験者の携帯電話に返信される。

このシステムを実行するため、以下のような実験を行った。比色認識材料に溶液から放散されるガスを 24 時間曝露した。製造メーカーの異なる 10 機種(A~J)の携帯電話を用いた。開閉方式は、スライド式が A と B、他は折りたたみ式、カメラの種類は CCD が I と J、他は CMOS、ライトはフラッシュライトが F と I に、モバイルライトが D 以外に装着されており、全てオートフォーカスに設定した。携帯電話のカメラ機能を用いて比色認識材料を撮影し、それぞれ照明、撮影距離、照度、ライト、色補正の撮影方法および条件の影響を調べた。

色見本を基準に補正した発色度の値は、補正する前に比べ機種による発色度のばらつきが減少した (Fig. 5)。また、撮影した比色認識材料の発色度は、撮影距離、カメラの種類や照度よりむしろライトの使用 (Fig. 6) あるいは撮影時に生じる影に影響された。よって、照明の限定、ライトの不使用、影が入らないよう撮影し、色補正することで、携帯電話の機種に関係なく、より精度の高い発色度の測定が可能である。

そこで、実際に家庭へ比色認識材料を持ち帰り、上で述べた撮影条件で撮影した。その結果、同じ濃度の比色認識材料を各家庭で撮影しても発色度のばらつきは少なく、本法の有効性が確認できた。

6. 比色認識材料の応用

住環境における HCHO を低減させるために、HCHO を吸着・除去できる石膏ボードが開発されている。しかし、実際は壁紙が貼られ、除去性能が阻害されている。この壁紙に対する HCHO の除去性能の評価方法として、比色認識材料を用いた壁紙の HCHO 透過性試験を開発した。

また、比色認識材料は比較的簡単に作製でき、亜鉛の両性元素としての性質を確認できるため、高等学校での環境教育にも利用した。

7. 結論

比色認識材料は低温で保存するほど長期保存が可能であり、室内空気中の HCHO だけでなく、建材からの HCHO 放散量も測定できる。また、撮影条件を設定し、色補正を行えば、携帯電話のカメラ機能を用いて、誰でも簡易に HCHO 濃度の測定が可能である。このように、比色認識材料は様々な用途で使用できる。

【参考文献】1)関根他,室内環境学会誌,7(1),370(2004) 2)津田他,室内環境学会講演要旨集,52(2007) 3)Sekine,Y., Katori,R., Proc.of ICROS-SICE Intern. Joint Conf. 2009, 4041-4046(2009)

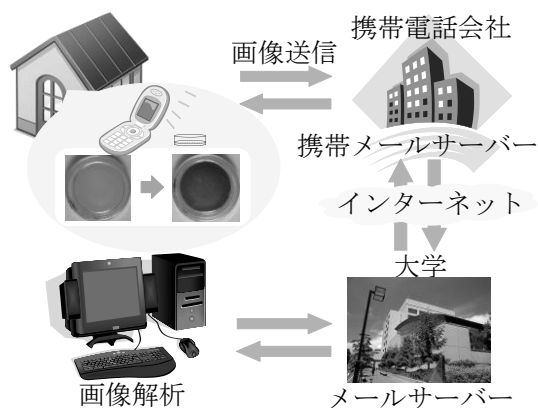


Fig.4 ネットワーク利用 HCHO 診断システム

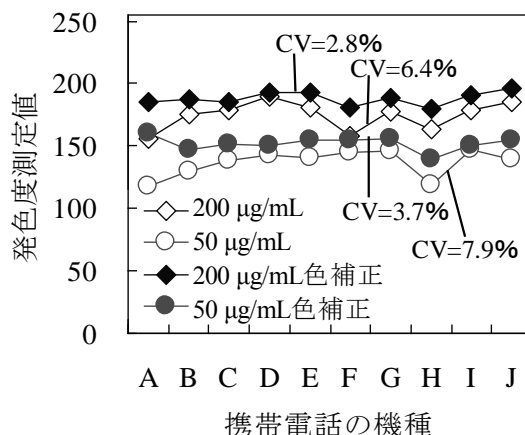


Fig.5 発色測定値に及ぼす色補正の影響 (蛍光灯下、443 lx、撮影距離 15 cm、ライトなし)

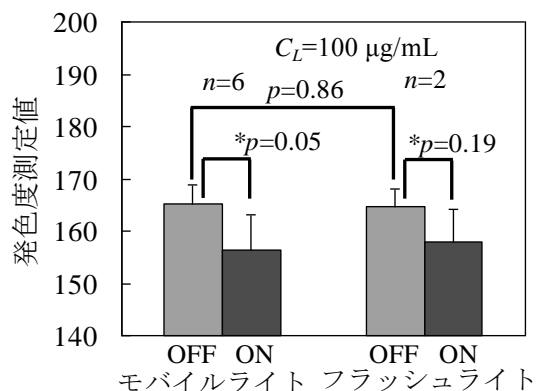


Fig.6 ライトと発色度の関係 (蛍光灯下、撮影距離 15 cm、443 lx、色補正あり)