

(継続課題)

No.	22	技術開発 課題名	空気清浄装置に利用される吸着材の再生利用に関する技術開発		
事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>暮らしの科学研究所株式会社</li> <li>野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授</li> </ul>				
技術開発 経費の総額 (予定)	約	164.2	百万円	技術開発 の期間	平成 22年度～ 24年度

- 1 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発  
 2 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発  
 3 住宅等の安全性の向上性に資する技術開発

背景・目的

住宅における良好な室内空気質の維持は、居住者の健康と快適性に必要不可欠なものである。たとえば、化学物質による室内空気汚染により引き起こされる健康被害、いわゆるシックハウス症候群を見ても室内空気質の重要性は容易に認識できる。本問題への対策として、厚生労働省は室内空気質に関わるガイドラインを示し、国土交通省は建築基準法の改訂を行っている。また、室内には有害化学物質の他に、不快な臭気物質も存在する。これらの汚染物質の除去には空気清浄装置が用いられるが、同装置には活性炭、ゼオライトなどの吸着材が使用される。ところで、これらの吸着材は使用に伴い劣化するため、産業廃棄物として捨てられていたが、実はこれらは十分に再生利用できる。

そこで、本事業では吸着材再生に関わる技術的要件を明らかにし、再利用を実現する新たな技術開発を実践するものである。また、吸着材再生時の脱離ガスには、数多くの情報が含まれており、これらの活用により、困難な課題の解決を図るものである。

■技術開発の概要

◆昨年度の成果

昨年度は以下の項目について実施した。

1) 加熱脱離装置の設計と製作

活性炭再生を図る試作1号機を設計し、製作した。(写真-1) 試作1号機は吸着材収納庫、加熱炉、加熱ヒータ(電気式シーブヒータ)、温度検知センサ、加熱温度制御装置、水蒸気発生装置、送風機、インバーター式流量制御装置、排気ダクト、キャリアガスボンベ、キャリアガス定常供給装置などにより構成されている。

また、1号機の検証結果を基に改良機(2号機)の設計を行った(図-1)。

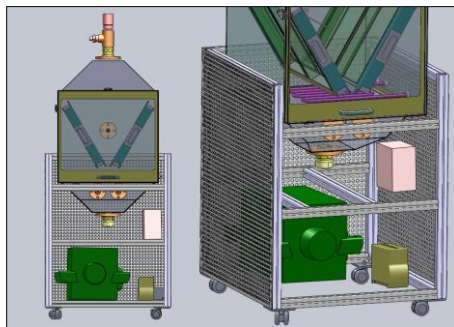


写真-1 加熱脱離装置(1号機) 図-1 加熱脱離装置(2号機)の設計図

2) 加熱脱離装置(1号機)の性能評価

加熱脱離装置(1号機)について、加熱脱離条件と温度制御性の検証を行った。

加熱脱離条件を検証したところ、比較的低温(200~250℃)かつ少ない通気量(25L/min.)で十分に脱離できることが分かった(図-2)。

また、加熱脱離装置の温度制御性を検証した結果、目的とする設定温度に安定的に制御できた(図-3)。

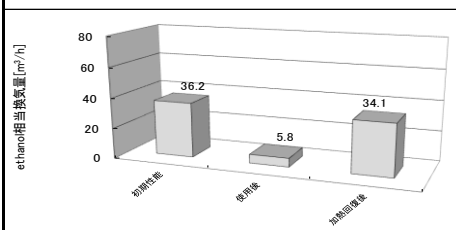


図-2 使用済み活性炭における加熱処理に伴うエタノール除去性能の回復性)

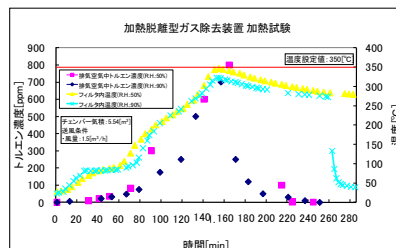


図-3 加熱装置における温度制御性

3) 使用済み吸着材から得られる情報とその活用法

燃焼排ガスとヒトの呼気を活性炭に通気し、その捕獲性と脱離性について実験的に検証したが、予備実験で市販活性炭の捕集物質の範囲は限定的である可能性が示唆された。そのため、検知ガスの範囲を拡大するため、カートリッジの極一部に炭素系吸着剤を充てんしその吸脱着性を検証した。

・ 燃焼排ガス

市販活性炭と炭素系吸着剤を活性炭カートリッジに充填し、これを空気清浄機にセットして燃焼排ガスを除去する実験を行った。すなわち、実験室内に開放型燃焼器具（石油ファンヒーター）と上記空気清浄機を設置し、燃焼排ガスを発生させた後に空気清浄機を運転させ、活性炭カートリッジに燃焼排ガスを通気させた。その後、活性炭カートリッジの加熱脱離処理を行い、捕集化学物質の吸脱着性を検証した。

結果として、3タイプの市販活性炭で捕捉できる物質は限られており、エタノール、アセトン、2-プロパノール、ヘキサン、1,2ジクロロメタン、ベンゼン、ヘプタン、トルエンが捕集できるものの、その他の物質、特にデカン類などの高沸点物質の補正性が悪いことが判明した。そこで、活性炭カートリッジの一部に炭素系吸着剤を充てんし、Tenax TA管による測定値と同時比較することにより、当該炭素系吸着剤の吸脱着性を求めた。

その結果、当該炭素系吸着材とVOC精密測定法で推奨されるTenax TA管による分析結果とは、かなりよく符合した。すなわち、本炭素系吸着材をカートリッジ内に部分的に充填し、分析することで、より広範囲の燃焼排ガスが特定できることが判明した（表-1）。

・ 在室者の生体ガス（呼気）

被験者（4名）の呼気を活性炭カートリッジ（活性炭+炭素系吸着材）とTenax TAにより同時採取し、炭素系吸着材とTenax TAの脱離ガスをGC/MSに導入し、精密化学分析を行った。

被験者（4名）の呼気中にはエタノール、アセトン、1-プロパノール、リモネン、デカナールなどが含まれ、被験者固有のTVOC値が算定できた。また、燃焼排ガスと同様に活性炭カートリッジ内の炭素系捕集材とTenax TAの値はよく符合し、活性炭カートリッジ内に当該炭素系捕集材を用いることにより、呼気中に含まれる生体ガス（VOC）を精度よく定性・定量できることが判明した（図-4）。

表-1 吸着材に補足された燃焼排ガス

試薬	活性炭			炭素系吸着材	Tenax TA
	Type-1 2.0g/3g	Type-2 2.0g/3g	Type-3 2.0g/3g		
炭素量	0.66g/3g	0.66g/3g	0.66g/3g	0.66g/3g	0.25g
acetone	117	164	118	215	41.9
2-propanol	64	187	490	56	111
methylbenzene	-	-	-	78	14.5
hexane	115	164	167	265	86.4
1,2-dichloroethane	2.0	-	4.36	-	-
2,4-dichlorobenzene	-	-	-	78.7	-
benzene	208	225	252	383	63.5
heptane	48	675	117	76.1	93.9
toluene	4.81	10.7	4.16	35.3	31.6
nitrobenzene	-	-	-	284	28.4
styrene	-	-	-	139	126
cyclohexane	-	-	-	82.1	65.4
n-pentane	-	-	-	175	175
o-xylene	-	-	-	5.28	478
m-xylene	-	-	-	109	107
p-xylene	-	-	-	495	574
n-octane	-	-	-	34	30
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	-	119	122
o-cresol	-	-	-	147	140
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	-	314	327
acetone	-	-	-	68	68
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	-	117	121
benzene	-	-	-	0.00	0.00
acetone	-	-	-	0.00	0.00
toluene	-	-	-	0.00	0.00
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	-	54	52
1,2,4,5-tetramethylbenzene	-	-	-	84.4	104
decane	-	-	-	71.3	115
undecane	-	-	-	72	100
duodecane	-	-	-	52	120
tridecane	-	-	-	61	138
tetradecane	-	-	-	40	65
pentadecane	-	-	-	29	52
TVOC	1184	312	84	428	430

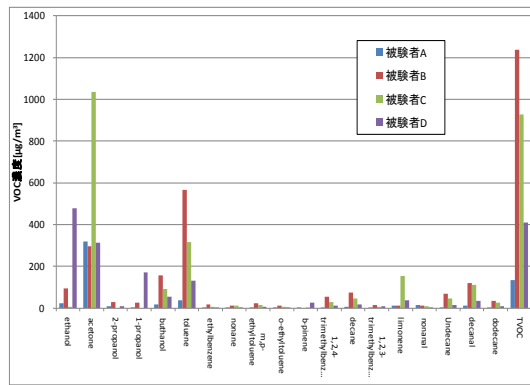


図-4 吸着材に捕捉された生体ガス（呼気中化学物質）

昨年度の成果を基に、本年度は以下の開発作業を実施する。

1) 加熱脱離装置（2号機）の設計、製作と性能評価

昨年度までの検討結果をもとに、加熱脱離装置の改良機（2号機）の製作を行う。また、改良機（2号機）について実験室実験により性能検証を行う。

2) 吸着材の検討

吸着効率、脱離性、対応物質など再利用、脱離ガス分析と診断に適した吸着材を検討する。

3) 加熱脱離時の安全性の検討

・ 排ガスの無害化

燃焼法を用いた排ガスを無害化する手法について検討する。

・ 加熱脱離時の爆発防止

吸着したガスに可燃性ガスが含まれている場合、加熱により爆発の危険がある。窒素ガスを供給しながら加熱する方法など、加熱脱離時の安全性を確保する方法を検討する。

・ 放射性物質の処理

福島原発事故による放射能汚染により、吸着材は放射性物質を捕捉する。そのため、加熱脱離の際の放射性物質の挙動を検証する必要がある。加熱前後における放射性物質の残留量をGe半導体検出器により測定し、加熱脱離後の放射性物質の残留性についての検証を行う。

4) 脱離ガス分析方法の検討

専用の分析カートリッジを用いる方法とオンラインでGC/MSに導入する方法の検討を行う。

5) 脱離ガス分析による取得情報の検討

昨年度は健康者の呼気をサンプルし、その脱離性、同定性などの検証を行った。本年度は、国立循環器病研究センターなどの医療機関と連携し、被験者の呼気の結果と医学的診断結果との関係について検証する。

総評	吸着材再生のための加熱脱離条件・温度制御性の検証が順調に進められている。これらの成果をもとに、吸着材の脱離性の効率化、再生吸着材の吸着率の向上等住宅・建築関連のテーマに絞って開発を行うことが必要である。
----	---