

# 木質建築廃材から作製した調湿木炭を用いた住宅内におけるアメニティー測定 Amenity measurement in a house using humidity control charcoal produced from architectural waste wood

正会員 ○中井 毅尚 (島根大)  
石飛 裕司 (出雲カーボン㈱)

大谷忠 (茨城大)  
矢野 麻衣子 (島根大)

## 1 緒 言

木炭は微細な孔隙に空気中の不純物を吸着し、空気の浄化や脱臭に効果を発揮することが一般に知られている。また近年、木炭を戸建住宅の床下や天井裏に敷設し、それらの調湿効果についての検証研究が行われ、実測データが蓄積されつつある<sup>1-3)</sup>。

本研究では、木質建築廃材から作製した木炭を、築7年の木造2階建ての戸建住宅(以後、木造戸建住宅)内の靴箱中、あるいは2008年に新築されたRC造3階建ての集合住宅(以後、RC造集合住宅)内の床下・天井裏にそれぞれ入れ、それらの脱臭効果についての調査を行った。

## 2 実 験

### 2.1 供試材料

島根県内で廃出された木質建築廃材(針葉樹系:40%、および南洋材系:60%)約6000tの約1割をチップ状に加工し、反復揺動炉により830℃で高炭化し木炭を作製した(図.1)。この場合、木質建築廃材の選定には特に注意を払い、釘、バンセンなどの金属類や、ガイシコードなどの付いた木材、防腐処理された木材は一切受け入れずに、厳しい選考を通過した木材だけをチップ化した。作製した木炭は、PP製の不織布で一重(床下・天井裏用)、あるいは三重(靴箱用)にパッキングし、試験に供した。パッキングした木炭の外寸は、靴箱用:160mm×250mm(1L)・160mm×500mm(3L)、床下・天井裏用:450mm×450mm(12L(チップ大)・15L(チップ小))、とした。

なお、作製した木炭は、炭素率:94.3%、揮発分:3.2%、灰分:2.0%、であった。また、備長炭と比較すると、作製した木炭は、細孔数:約10倍、比表面積:約2倍、大きいことが窒素吸脱着測定より分かっている。

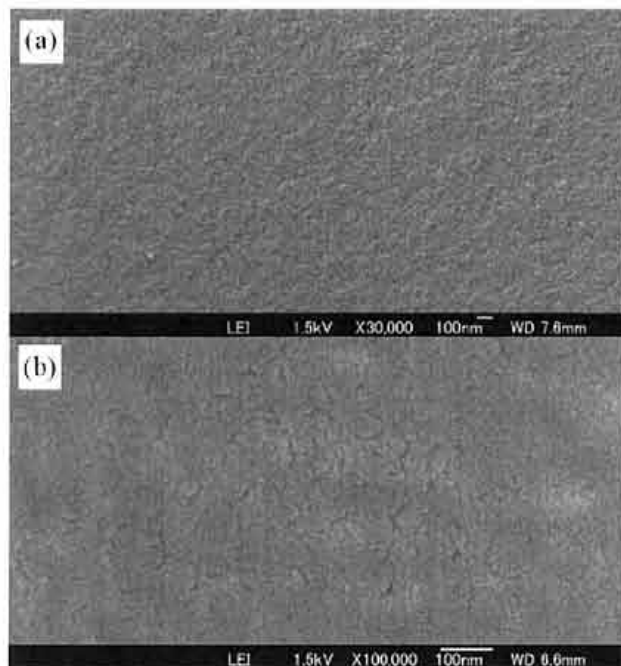


図.1. 作製した木炭の横断面写真(木材時:木口面)。  
説明:木炭の横断面表面には以下の2種類のタイプが現れた:(a);木材時のマイクロフィブリル先端と考えられる凹凸の集合体、(b);ひび割れ状のもの。

### 2.2 測定方法

作製した木炭を木造戸建住宅の靴箱(外寸:高さ1800mm×幅740mm×奥行き370mm、通気口なし、8段、図.2)中に入れ、臭気(XP-329ⅢR、ポータブル型ニオイセンサ、新コスモス電機㈱)、および温度・湿度(TR-72S、おんどとり、㈱ティアンドデイ)の経時変化の連続測定を約2ヵ月間試みた。また、靴箱中の揮発性有機成分を、ポンプを用いて捕集管(AERO td GL Tube CP4010/4020 Tenax GR、ジーエルサイエンス㈱)に採集し、GC-MS分析(濃縮導入装置:TCT CP-4020、CHROMPACK、分析装置:JNS-GCMATE GCMS SYSTEM、日本電子㈱)を行い、

揮発性有機成分の同定を行った。

一方、RC造集合住宅1階の隣接する3戸（102・103・105号室、平面図：図.3）を測定対象として、先と同様に臭気、および温度・湿度の経時変化を観察した。東から102、103、105号室であり、103号室のみ東西に反転させた間取りとなっている。各戸のLDK空間において、15Lタイプの本炭が102、103号室の天井裏（懐高さ：200mm）に、12Lタイプの本炭が103号室の置き床（高さ130mm）とコンクリートスラブの間に敷設されている。102、105号室に置き床はない。天井の仕上げ材は有孔ボードでLDK空間と天井裏との通気が図られており、天井裏空間は南側外壁に換気口が設けられている。

なお、靴箱中のときと同様な方法で、103、105号室の2部屋において揮発性有機成分の同定もGC-MSにより行った。



図. 2. 靴箱中における臭気および温度・湿度の実測風景。

説明：①：ポータブル型ニオイセンサ、②：おんどとり、③：PP製不織布でパッキングした木炭（1L・3L）。

### 3 結果と考察

#### 3.1 木造戸建住宅内の玄関靴箱中の木炭による脱臭効果

図.4に示した通り、靴箱中に木炭を設置することにより、臭気レベルは下に凸な曲線状に低下してい



図. 3. RC造集合住宅の102・105号室の平面図。

き、約2ヶ月後には木炭設置前と比較すると、約1割強の臭気レベルにまで低下した。

また、表1から明らかなように、GC-MS分析より靴箱中の揮発性有機成分は、主に芳香族炭化水素や、脂肪酸以外のカルボン酸などであることが同定できた。

ライオン㈱リビングケア研究所の研究により、悪臭物質の中で最も特徴的なものは、“足のニオイ”として知られる『イソ吉草酸 ( $C_5H_{10}O_2$ 、脂肪酸)』であることを報告している<sup>4)</sup>。この物質は悪臭防止法の特定悪臭物質の一つであり、皮脂などが細菌に分解される過程で生じ、わずかな量でも人間はとて強い臭気を感じる。今回の実測ではこのイソ吉草酸は検出されなかったが、俗に言う靴(箱)の臭いを強く感じたことから、揮発性有機成分の更なる詳細な分析、例えば、低級脂肪酸のみを選択的に検出する充填剤を使用して捕集するなどの手法を適用する必要があると考えられる。

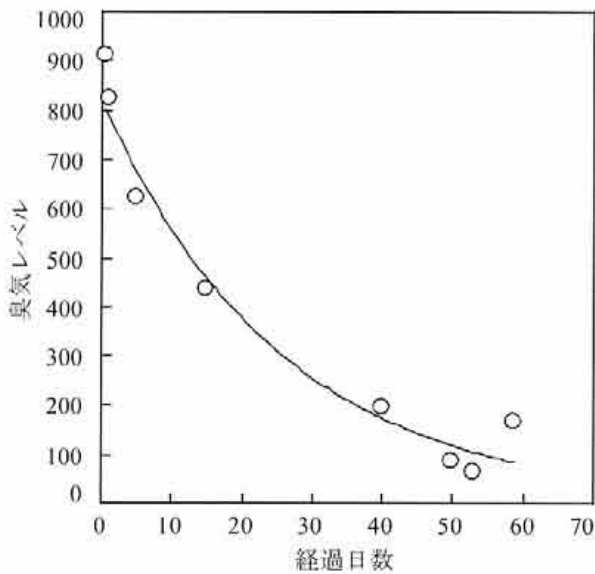


図. 4. 木造戸建住宅内の玄関靴箱中における臭気レベルの経時変化。

表 1. 木造戸建住宅内の玄関靴箱中における揮発性有機成分の同定結果。

芳香族炭化水素	2: C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ・4: C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> ・5: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> ・ 6-9: C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> ・13: C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> ・16: C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>
脂肪酸	—
カルボン酸	脂肪酸以外 20: C <sub>10</sub> H <sub>11</sub> O <sub>4</sub>
その他	1: C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> OSi・3: C <sub>10</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub> Si <sub>5</sub> ・10: C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O・11: C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ・ 12: C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O・14: C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O・ 15: C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O・16: C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O・ 17: C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> ClN <sub>2</sub> ・18: C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> NS・19: C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>

### 3.2 RC 造集合住宅内の部屋における床下および天井裏に敷設した木炭の効果

木炭を全く敷設していない部屋（105 号室）と比較すると、木炭を天井裏、および床下両所に敷設した部屋（103 号室）の洋室、および LDK は、図.5 か

ら明らかなように、臭気レベルが 1 割強、および 2 割程度の低下が認められた。一方、天井裏のみ敷設した部屋（102 号室）の洋室、および LDK の臭気レベルは、105 号室と比較すると、非常にごく僅か低下したのみで、両部屋でほとんど差異が認められなかった（図.5）。

VOC に関連した空気より重い揮発性有機成分は部屋の下部に滞留することが知られているが、今回の実測結果、すなわち木炭の床下敷設の有無により、臭気レベルに差異が認められた点は、滞留成分の木炭による吸着の有無の差、と予想される。

また、図.6 に示した GC-MS スペクトルからも明らかなように、木炭を天井裏、および床下両所に敷設することにより、全体のピーク面積が、木炭を敷設しない場合と比較すると、個々の揮発性有機成分は表 2 に示したように数多く検出されるものの、約 2 割の大きさに小さくなり、揮発性有機成分量の全体量の低下が認められた。

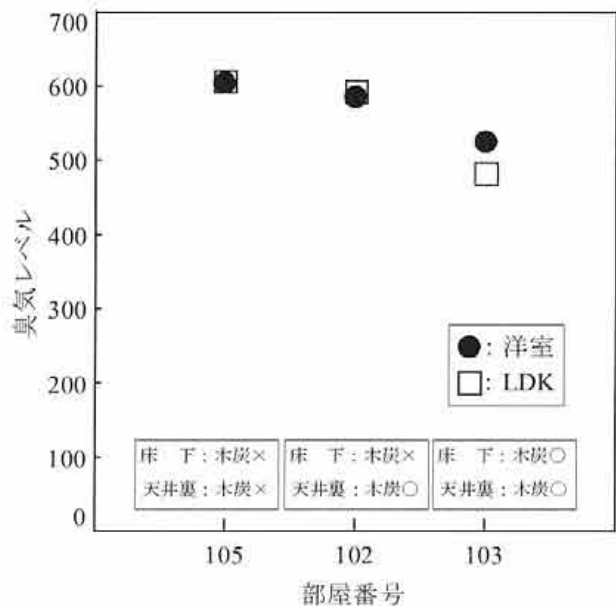


図. 5. 床下および天井裏に対する種々の木炭敷設条件における RC 造集合住宅内の部屋の洋室中における臭気レベルの差異。

## 4 結 言

作製した木炭の脱臭効果を、靴箱中、あるいは RC 造集合住宅内で調査したところ、両箇所共に顕著な

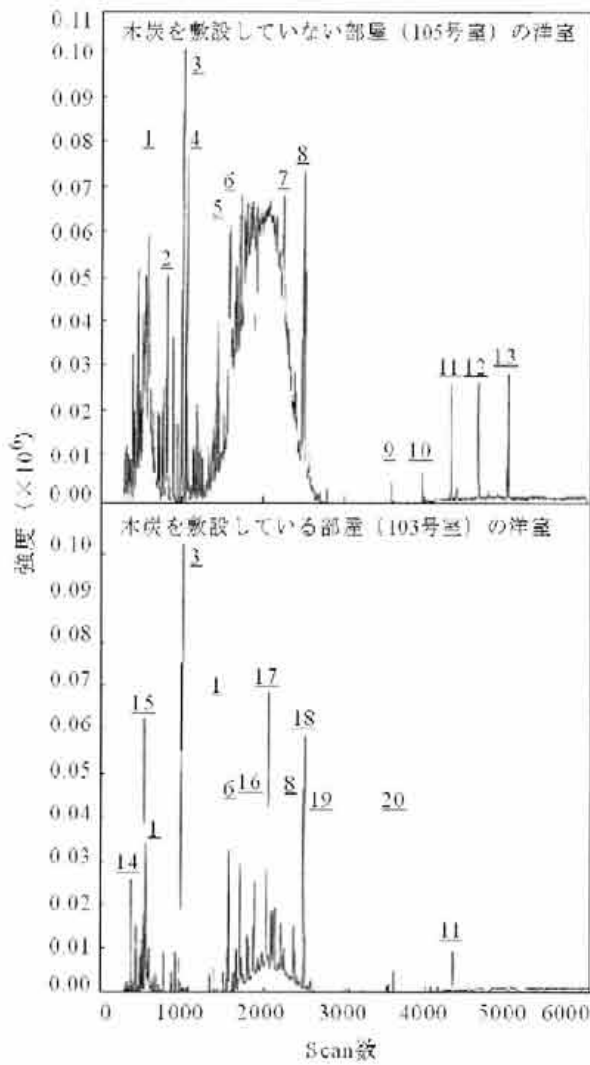


図. 6. RC 造集合住宅内の洋室中における揮発性有機成分の GC-MS による強度曲線の例示。

説明： 1～19：表 2 参照。

効果が認められた。

### 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、島根県立産業技術センター田島政弘博士、および島根大学加藤定信博士には化学分析においてご教示いただいた。ここに感謝の意を表する。

### 参考文献

- 1) 中井毅尚、大谷忠、石飛裕司、松岡康二：山陰地域における東石工法ならびに布基礎工法

表 2. RC 造集合住宅内の洋室中における揮発性有機成分の同定結果。

木炭を敷設していない部屋 (105 号室) の洋室	
芳香族炭化水素	1: C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ・3: C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> ・4: C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> ・7: C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>
脂肪酸	8: C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub> ・10: C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> ・11: C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
脂肪酸以外	9: C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
アルデヒド	—
その他	2: C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> ・5: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O・6: C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O・12: C <sub>16</sub> H <sub>25</sub> N・13: C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>
木炭を敷設している部屋 (103 号室) の洋室	
芳香族炭化水素	1: C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> ・15: C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> ・3: C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>
脂肪酸	8: C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>
カルボン酸	18-19: C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub> ・11: C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>
脂肪酸以外	—
アルデヒド	16: C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O
その他	14: C <sub>6</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> ・6: C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O・17: C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> O・20: C <sub>11</sub> H <sub>7</sub> N

の住宅床下の木炭敷設による環境変化の実測、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、pp.393-394、2006。

- 2) 吉田真之介、田野辺淳、松本博：調湿炭の敷設された戸建住宅における湿気環境に関する実測調査、空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集、第 9 号、pp.49-52、2008。
- 3) 浅沼友光、長野和雄：調湿木炭を敷設した集合住宅の温湿度実測調査、日本建築学会中国支部大会学術講演梗概集、2009、発表予定。
- 4) 河野博信、泉川洋亮、山岸 弘、鈴木右子、藤村昌平、杉山典久、米山雄二、李 憲俊：靴・靴下の菌分布の状況、日本防菌防黴学会第 34 回年次大会研究発表講演集、31Pa-33、2007。