

調湿木炭を敷設した集合住宅の温湿度実測調査

熱伝導率 除湿 日較差

正会員 ○ 浅沼 友光 *1
同 長野 和雄 *2

1. 研究目的

機械設備によらない調湿を目的として、住宅の床下や天井裏に炭を敷設する手法が実用化されつつある。その調湿効果について、既に種々の検証研究が取り組まれており、戸建て住宅の床下¹⁾や天井裏²⁾の敷設炭の効果に関する実測データが蓄積されつつある。一方、実際の敷設住戸の居住者に対するヒアリングでは、夏涼しく冬暖かいといった回答が得られており、湿度だけでなく温度についても何らかの効果を持つことが推察される。本研究は集合住宅を対象とし、床および天井裏に敷設された木炭の効果を一層明らかにすべく、温湿度実測を行った。

2. 方法

2-1. 試料

用いた木炭はチップ化した木材を加熱処理して炭化させたものである。45cm 四方の不織布袋により粗いチップを12リットル詰めたもの、より細かいチップを15リットル詰めたものの2種類がある。

2-2. 熱伝導率測定

集合住宅での実測に先立って、試料の熱伝導率を測定した。氷水を入れたパレットと表面温度80℃に設定したシリコンラバーヒーターで試料を挟み、それぞれの境界層に熱流計(EKO MF-180)とT型熱電対(0.2mm φ)を2点ずつサージカルテープで貼付し測定・記録した。2点の平均をその境界層の熱流量 q_1 ・ q_2 [W/m²]、温度 t_1 ・ t_2 [℃]とし、次式により試料の熱伝導率 λ [W/mK]を

求めた。ただし l [m]は試料厚で、本測定では0.073mであった。

$$\lambda = \frac{l(q_1 + q_2)}{2(t_1 - t_2)}$$

2-3. 集合住宅における温湿度実測

対象としたのは2008年に出雲市内に新築されたRC造3階建て集合住宅における、1階の隣接する3戸である。図1に平面図を示す。東から102、103、105室であり、103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、15リットルタイプの炭が102・103室の天井裏(懐高さ200mm)に、12リットルタイプの炭が103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。

測定項目はLD空間のほぼ中央における床表面温・床上110cm温湿度・天井表面温・天井裏温湿度(敷設炭と2階床スラブの隙間)・天井炭袋内温湿度、および103室バルコニーにおける外気温湿度である。温湿度および表面温度の測定にはそれぞれ自動記録式温湿度計(CHINO HN-CHN)・温度計(T&D TR-71S)を用いた。観測期間は2008年6～12月で測定間隔は30分であった。期間中7月22～25日については、8～9時、17～18時の間にLD空間に設置されたエア・コンディショナー(DAIKIN F22HTNS-W)を設定温度18℃にて冷房運転させた。観測中はLDK空間のドア・窓等の開口をすべて閉め、カーテンも閉めた状態であった。

3. 結果

3-1. 熱伝導率

両境界層の熱流量がほぼ同値を示したときに定常状態に達したと見なし、そのときの値を基に試料の熱伝導率を導出した。その結果、15リットルタイプについて0.123 W/mK、12リットルタイプについて0.090 W/mKであった。

3-2. 温湿度実測結果

図2に梅雨季・夏季・秋季・冬季の各1週間における各室LD空間と外気の日平均気温および日較差を示す。



図1 102・105室の平面図および観測点

Field observation on thermal environment in apartment house with charcoal for humidity control

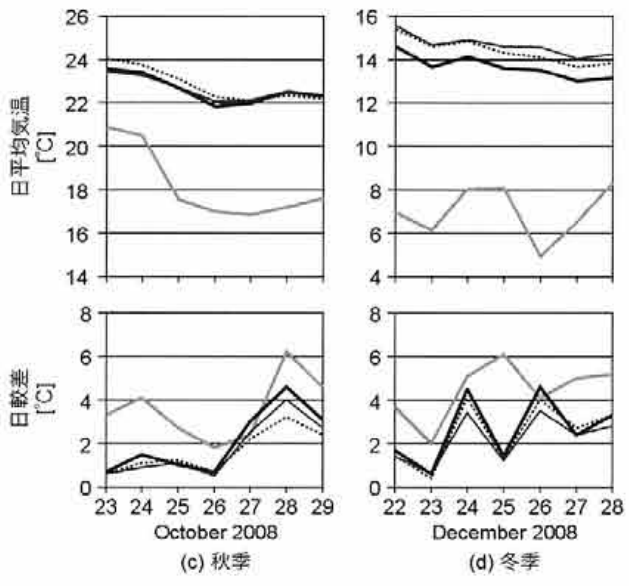
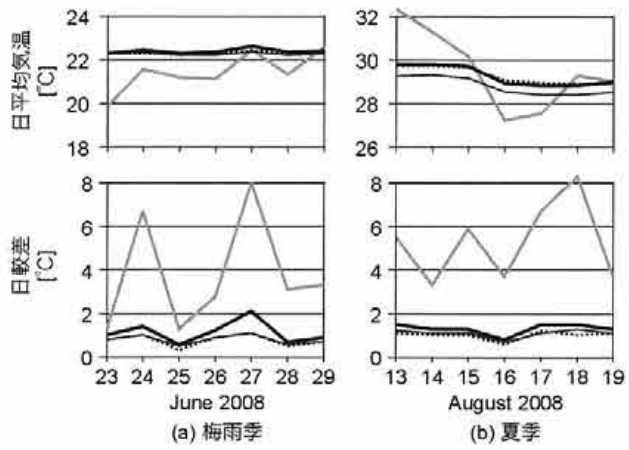
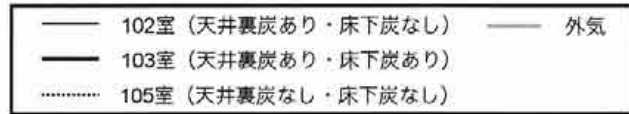
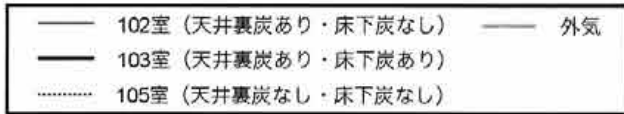


図2 日平均気温と日較差

日平均気温について、梅雨季には各室間の差異は小さい。夏季には103・105室が同程度で102室がそれより約0.5℃低い。秋季には105室が他2室よりやや高い傾向が見られる。冬季には102室が最も高く、105室はそれよりやや低く、103室は102室より約1℃低い。日較差について、各季とも103室が他2室より高い。

図3に梅雨季のうち雨天であった6月20～22日における各点温湿度の経時変化を示す。LD気温について、各室とも23℃前後で推移しほとんど差は見られない。床面温について、103・105室は気温とほぼ同程度であるが、102室はそれより1℃近く低い。天井面温について、105室が最も高く、ついで103室、102室と続く。天井裏気温について、103・102・105室の順に高く、103室と105室の差は約1℃である。天井炭袋内気温について、102室の方が103室より約1℃低い。LD湿度につ

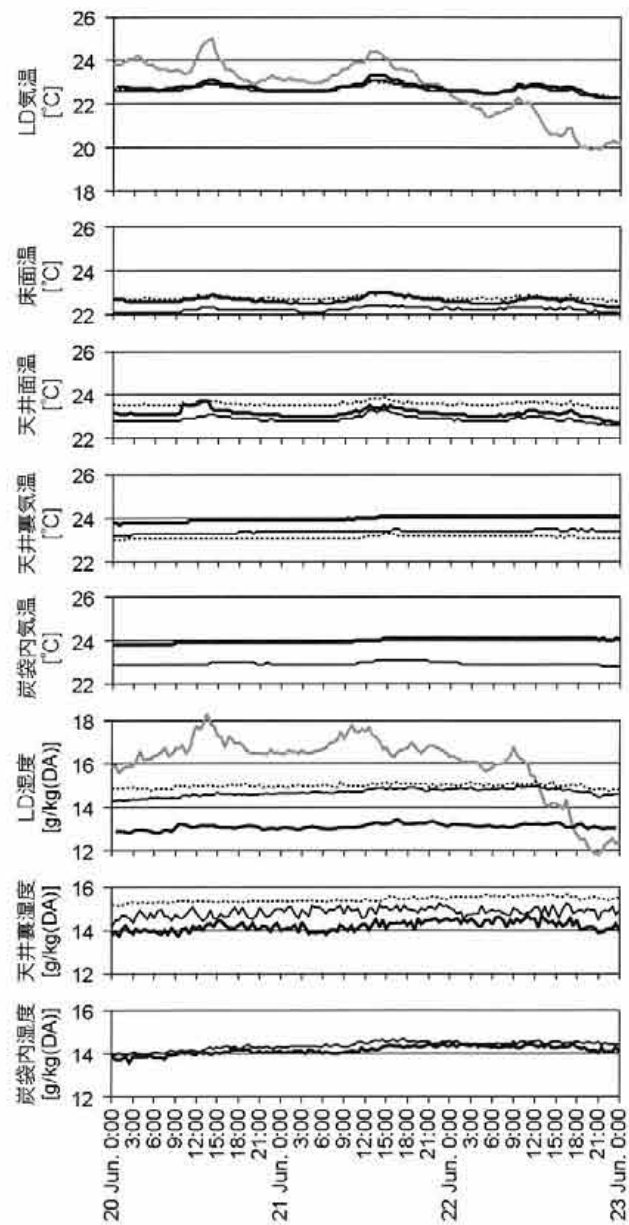


図3 梅雨季・雨天時における各点温湿度変化

いて、105室は約15g/kg(DA)で推移し、102室はそれよりやや低い。103室はさらに低く約13g/kg(DA)で推移する。天井裏湿度について、105・102・103室の順に高く、105室は15g/kg(DA)を超え、102室はそれより低い。103室はさらに低く約14g/kg(DA)で推移する。天井炭袋内湿度について、102室の方が103室よりわずかに高い。

図4に夏季のエアコン稼働時である7月23～25日における各点温湿度の経時変化を示す。LD気温について、各室ともエアコン運転開始とともに下降し、運転停止と

ともに上昇して昼間は28～29℃、夜間は27～28℃で安定する。全体として105室が最も高く、102室はそれより約0.5℃低く推移する。103室は運転停止後しばらくは102室に近い値を示すが、徐々に上昇し102室よりもむしろ105室に値が近くなる。運転開始後には他2室より1℃前後低い値まで下がる。床面温・天井面温についても同様の挙動を示し、105室が最も高く、102室はそれより1℃前後低く、103室は他2室より大きく上昇・下降する。ただしLD気温・床面温ではエアコン運転開始後に103室が最も低い値を示したのに対し、天井面温については102室も同様に低い。天井裏気温・天井炭袋内気温については、エアコン稼働による変動はLD気温・床面温・天井面温ほど大きくない。天井裏気温は103・105・102室の順に、天井炭袋内気温は103・102室の順に高く、103室と102室の差はいずれも約1℃である。LD湿度について、各室ともエアコン運転開始とともに下降し、運転停止とともに上昇する。全体として105・102・103室の順に高く、運転停止後にそれぞれ24 g/kg(DA)弱・約19 g/kg(DA)・約17 g/kg(DA)まで達する。天井裏湿度について、102室と103室が同程度、105室がそれよりやや低く推移する。天井炭袋内湿度について、102室の方が103室よりわずかに高い。

図5に冬季のうち曇天であった12月29～31日における各点温湿度の経時変化を示す。LD気温について、各室とも外気温の変動に沿うように昼間に上昇・下降が見られ、明け方まで緩やかに下降し続ける。全体として102・105・103室の順に高い。床面温・天井面温についても同様の挙動を示し、いずれも102・105・103室の順に高い。天井裏気温・天井炭袋内気温については、エアコン稼働による変動はLD気温・床面温・天井面温ほど大きくない。天井裏気温は102・103・105室の順に、天井炭袋内気温は102・103室の順に高く、103室と102室の差はいずれも約1℃である。LD湿度および天井裏湿度について、105・102・103室の順に高く、いずれも105室は6～7 g/kg(DA)の範囲で、102室は5～6 g/kg(DA)の範囲で推移する。天井炭袋内湿度について、102室と103室の差は小さく、いずれも5～6 g/kg(DA)の範囲で推移する。

4. 考察

4-1. 温度に及ぼす効果

図2に示すように、いずれの季節においても103室の日較差が他2室より大きいのが一貫した特徴である。また図4に示すように、エアコンを稼働させたときにはその傾向がより顕著に表れている。103室が他2室と異なるのは、置き床をしてその下に炭を敷設している点であり、他2室においてはコンクリートスラブに床仕上げ材を施しているのみである。したがって、102・105室

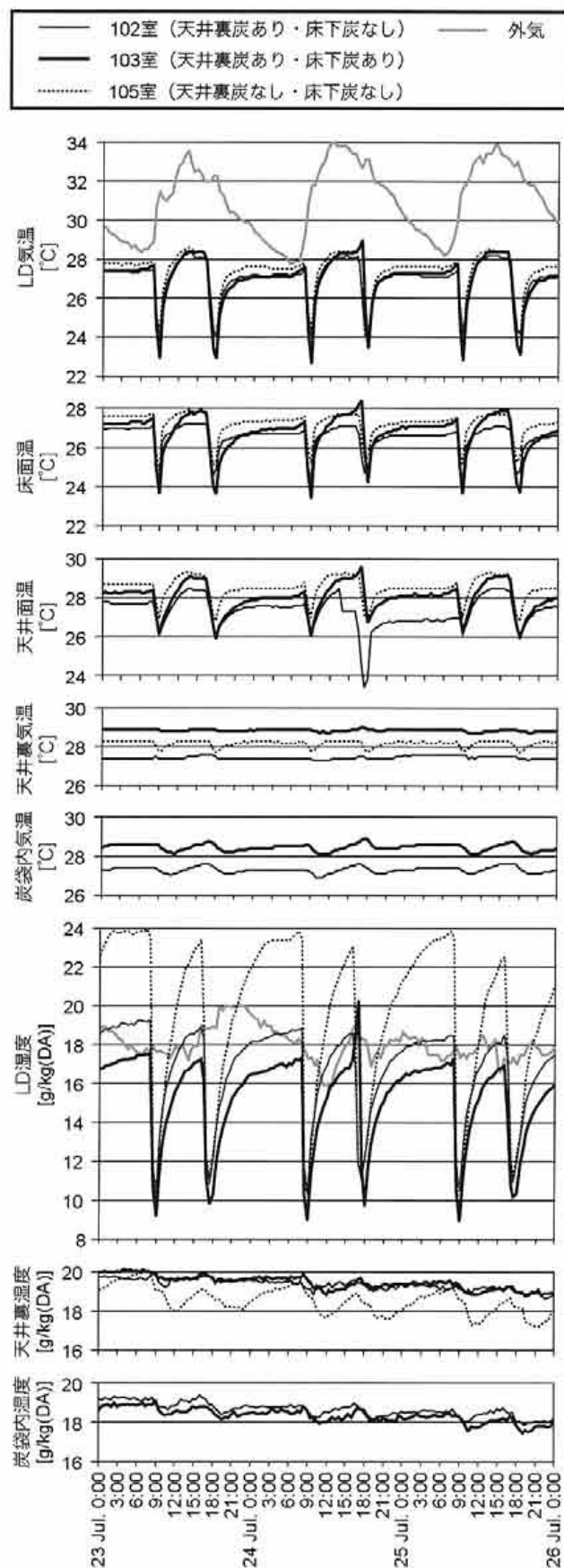


図4 夏季・エアコン稼働時における各点温湿度変化

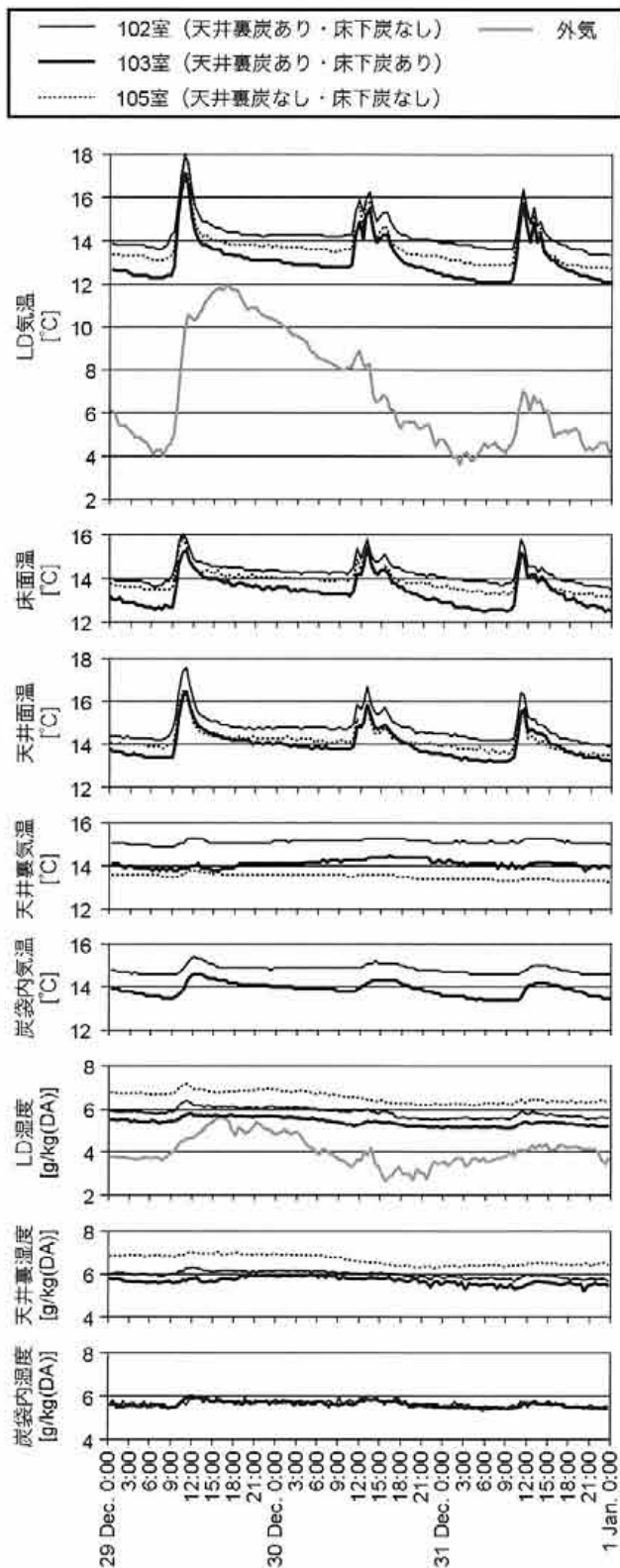


図5 冬季・曇天時における各点温湿度変化

では床スラブの熱容量が大きいために室温の変動が抑えられたが、103室は置き床と敷設炭によって床スラブの蓄熱の影響をあまり受けず、より空調温度に追従しやすかったことが原因として考えられる。また、本調査試料は、グラスウールやロックウールほどではないが熱伝導率が小さく、敷設厚さも約10cmになることから、天井・床双方に炭を敷設した103室は他2室に比べれば断熱性能が高かったと考えられる。エアコン稼働時の103室のLD気温が23°Cを下回る場合もあったことから、床および天井に炭を敷設した部屋は空調効率が低い可能性が示唆される。

4-2. 湿度に及ぼす効果

梅雨季の外気湿度は各LD湿度より高いため、換気口の開けられた天井裏湿度は各室ともLD湿度より大きい。しかしその中でも天井裏に炭を敷設した102室は敷設していない105室より低く、天井だけでなく床下にも敷設している103室はさらに低い。より床下に近いLD空間では、102室と103室の湿度差はさらに顕著である。このことから、床下・天井裏の双方において炭によって除湿されていることが明確に読み取れる。

夏季においては、エアコンの冷房運転により除湿され、運転・停止の繰り返しに伴いLD湿度は急激に変動するが、その中でも各室間の差は歴然である。例外的に105室の天井裏湿度が102・103室より低いが、エアコンを稼働させなかった前後1週間では約21g/kg(DA)で推移し、102・103室より約1g/kg(DA)高い値を示していたことから、エアコンによる除湿の影響が表れたものと捉えられる。逆に102・103室の天井裏湿度はエアコン稼働による変動は小さく105室より高いことから、天井裏の炭によって放湿され、急激な減湿の影響が和らげられていたと推察される。

冬季においても、もともと低湿であるため各室間の差は小さいが、敷設炭が多い室ほど低湿であり、除湿されていることがわかる。しかし、戸建て住宅における冬季実測においては²⁾、より低湿のときに放湿、高湿のときに除湿する傾向を示しており、本実測結果と異なっている。その要因は本調査内容だけでは判然とせず、今後の更なる調査が待たれる。

引用文献

- 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：調室炭の設置された戸建て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

*1 出雲土建(株)

*2 島根大学総合理工学部 准教授・博士(工学)

*1 Izumo Doken Co. Ltd.

*2 Associate Professor, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Dr. Eng.