

## 短報 ( Note )

# 木炭敷設による床下の温度、相対湿度及び絶対湿度の日変動

末吉 修三<sup>1)\*</sup>・森川 岳<sup>1)</sup>

## Daily variations in temperature, relative humidity and absolute humidity induced by laying charcoals in crawl spaces under the ground floor

SUEYOSHI Shuzo<sup>1)\*</sup> and MORIKAWA Takeshi<sup>1)</sup>

### Abstract

We investigated the daily variations in temperature and relative humidity in crawl spaces under a ground floor by laying charcoal on the ground. Although the charcoal had little effect on the temperature in the crawl spaces, it may have had an effect on the relative humidity; that is, the relative humidity in the crawl spaces was always equal to or greater than that of the open air before the charcoal was added, but after the addition it became less than that of the open air at night. In other words, the charcoal caused a reversing phenomenon of relative humidity between the crawl spaces and the open air during one day. This phenomenon occurred because 1) laying charcoal in the crawl spaces under the ground floor decreased the absolute humidity, which approached that of the open air, and 2) the variation in temperature in the crawl spaces was smaller than that of the open air.

**Key words** : temperature, relative humidity, absolute humidity, charcoal, crawl space

### 1 はじめに

建設リサイクル法が施工され、住宅の分別解体が義務づけられたことから、木質系建築廃材のリサイクル用途開発が求められている。木質系建築廃材のチップを再構成木材の原料とするほかに、炭化处理して粒状木炭として、土壌改良、水質浄化、調湿など生活環境の改善を目指した利用がすすめられている。

木炭の調湿機能に関連して、木炭の吸湿性、吸水性、及び断熱性(中野ら, 1996) 吸湿性や吸水性に及ぼす木炭の粒度の影響(滝本ら, 2000) あるいは木炭の調湿機能に及ぼす温度の変動周期などの影響(栗本ら, 2002)が明らかにされている。また、木炭の調湿機能を活用した用途の一つとして、住宅の床下調湿に着目し、木炭による床下の調湿機構を解明する研究がすすめられた(中野ら, 1995a, 1995b; 葉石ら, 1996; 藤田ら, 1995, 1996, 1997)。

本研究では、これらの既往の研究を踏まえて、実験室における静的および動的吸放湿試験(外崎ら, 2001a, 2001b)でその調湿機能が確認されている建築廃材由来の木炭を不織布袋に入れて実大の布基礎モデルに敷設し、床下や外気の温湿度などの変動に基づいて、木炭による床下調湿を実証する現場実験を継続して行なってきた。

その際、布基礎モデルの内部の地面は防湿処理を施しておらず、不織布袋に入った木炭をそのまま露出した地面の上に隙間が空かないように敷き詰めた。この場合、地面から蒸散する水蒸気、あるいは換気口を通して床下に流入する水蒸気に対して、不織布袋入りの木炭による吸放湿のみならず、地面からの水蒸気の移動抑制、あるいは不織布袋表裏面の結露水の吸収などが生じるものと推察される。これらの総合的な現象として、不織布袋入り木炭の床下調湿機能を検証してきた(末吉ら, 2002; 森川ら, 2002)。

本報では、前報(森川ら, 2003)で示された四季を通じて発揮される木炭の床下調湿機能について、季節ごとの外気と床下の温湿度の日変動に基づいて考察した結果を報告する。

### 2 材料と方法

床下の調湿には、市販の床下調湿用木炭(広島炭化工業)を用いた。木炭は建築廃材をチップにして炭化したもので、不織布袋(450mm×450mm)に約3kgずつ入れられており、そのまま床下に敷き詰めることができる。

森林総合研究所構内に既設の木質構造実験家屋(大断

原稿受付:平成15年2月13日 Received Feb. 13, 2003 原稿受理:平成15年9月29日 Accepted Sep. 29, 2003

\* 森林総合研究所 構造利用研究領域 〒305-8687 つくば市松の里1

Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan;  
e-mail: sue@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所構造利用研究領域 Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

面集成材の軸組構造、1階は地上高約1000mmの高床)の床下空間に、実大の布基礎モデルを設置した。

布基礎モデルは、東西、南北それぞれ3600mmで、中央で東西に仕切られている。その高さは、東側で400mm、西側で250mmである。換気口(縦140mm、横250mm)は南北に各々2カ所、東西に各々1カ所設けられている。布基礎モデルの周囲には、排水処理のための溝などは特に施工されていない。布基礎モデル上部は、木枠(枠材断面寸法88mm×32mm)に12mm厚合板を張った木質パネル(寸法900mm×1800mm×100mm)8枚で被った。前述の通り、布基礎モデルの内部は、コンクリート打設や防湿シートの敷き詰めなどの防湿処理を施しておらず、地面は露出した状態である。不織布袋に入った木炭をそのまま地面の上に隙間が空かないように敷き詰めた。

このような実験設定では、床下地面から蒸散する水蒸気あるいは換気口を通して流入する水蒸気が、床下空間に滞留すると推察される。不織布袋入り木炭をこの床下空間に敷設した場合、床下空間に滞留する水蒸気に対する木炭による吸放湿だけではなく、地面からの水蒸気の移動の抑制、さらに不織布袋の表裏面で生じた結露水の吸収などが生じると考えられる。したがって、本実験ではこれらの総合的な現象を不織布袋入り木炭の敷設による床下調湿の効果として確かめることとなる。

温度と湿度の測定位置をFig.1に示す。床下では、地面から約150mmの高さに温・湿度センサー(ヴァイサラ社、HMP45A)を設置した。また、木質構造実験家屋の外壁に取り付けた小型百葉箱内に同型のセンサーを設置し、外気の温度と湿度を測定した。

木炭敷設前の約1年間(1999年8月7日から2000年10月30日)および2000年10月31日に木炭を敷設した後、実大の布基礎モデル内外における温湿度の変動を継続的に測定した。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 床下の温湿度の日変動

春夏秋冬の各季節で晴天の日を選定して、木炭敷設前後の外気と床下の温湿度の経時変化をFig. 2からFig. 5に示した。1日の周期で相対湿度の変化を見ると、四季を通じて、木炭敷設前の床下の相対湿度は、外気に対して常に同水準が高い。一方、木炭敷設後の相対湿度は、夜間床下のほうが低く、昼間は外気のほうが低く推移することがわかる。温度については、木炭敷設に関わらず、夜間は外気のほうが低く、昼間は床下のほうが低い。また、床下の温度の変動は、外気のそれに比べて緩やかである。本研究で用いた屋外の実大布基礎モデルでは、木炭敷設によって1日の中での外気と床下の相対湿度の変化は影響を受けるが、温度の変化は基本的に変わらない。このような傾向は、季節を問わず認められた。

木炭の敷設によって、床下の相対湿度の変化は直接影響を受けるものの、比較的単純な構造の布基礎モデルで

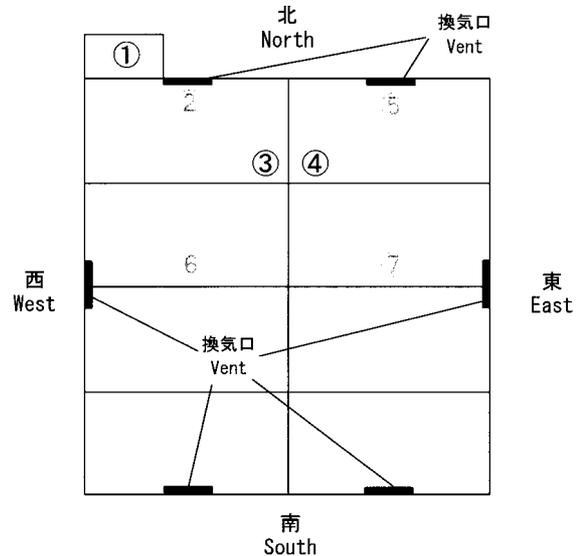


Fig. 1. 温湿度の測定位置  
Measuring positions for temperature and humidity.

測定位置	Measuring position	: 外気	Open air
同上	same as above	: 床下、西側	Crawl space, west
同上	same as above	: 床下、東側	Crawl space, east

は換気口を介して外気と床下の熱移動が容易に生じるので、床下の温度変化は木炭敷設によって大きく影響を受けないものと推察される。

#### 3.2 床下の湿度の日変動

木炭敷設によって影響を受ける床下の相対湿度について、季節ごとに1日の経時変化を詳細に見てみると、木炭敷設前の床下の相対湿度は、外気に対して常に同水準が高い傾向を示した。とくにFig. 5に示すように、冬季は一日中、外気より床下のほうが高い相対湿度を示している。ところが、木炭敷設によって、いずれの季節においても、床下の相対湿度は外気に対して相対的に低下し、外気と床下の相対湿度が昼夜で逆転する傾向が捉えられた。

また、冬季における木炭敷設前後の絶対湿度の一日の経時変化をFig. 6に示した。木炭敷設前の床下の絶対湿度は外気のそれより常に日平均で1~1.7g/m<sup>3</sup>高く、床下が加湿状態にあることがわかる。一方、木炭敷設後の床下の絶対湿度は外気のそれより高いものの、両者の差は同じく日平均で0.4~0.8g/m<sup>3</sup>に縮まっている。この結果は、木炭の敷設によって、床下の水分量が、外気のそれと比較して相対的に減少していることを示すものである。

なお、本研究では、木炭による吸放湿、地面からの水蒸気の移動の抑制、あるいは不織布袋表裏面の結露水の吸収などが、木炭敷設による床下調湿の要因と考えている。しかしながら、前述のように混在した現象によって変動する床下の温湿度データを収集しているので、個々の要因の寄与度を論ずることはできない。

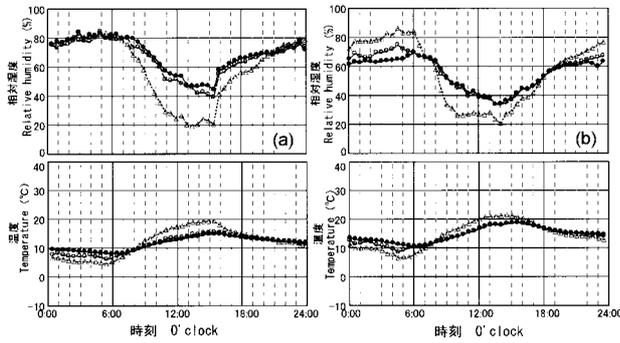


Fig. 2. 相対湿度と温度の日変動（春）  
Daily variations in temperature and relative humidity (Spring).  
(a) 木炭敷設前、(b) 木炭敷設後  
(a) Before laying charcoal, (b) After laying charcoal

..... 測定位置 Measuring position  
● 同上 same as above  
-○- 同上 same as above

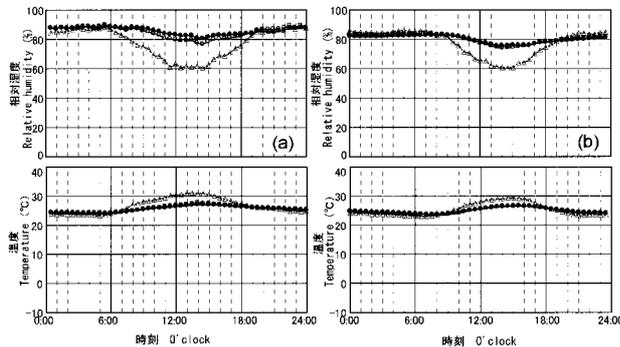


Fig. 3. 相対湿度と温度の日変動（夏）  
Daily variations in temperature and relative humidity (Summer).  
(a) 木炭敷設前、(b) 木炭敷設後  
(a) Before laying charcoal, (b) After laying charcoal

..... 測定位置 Measuring position  
● 同上 same as above  
-○- 同上 same as above

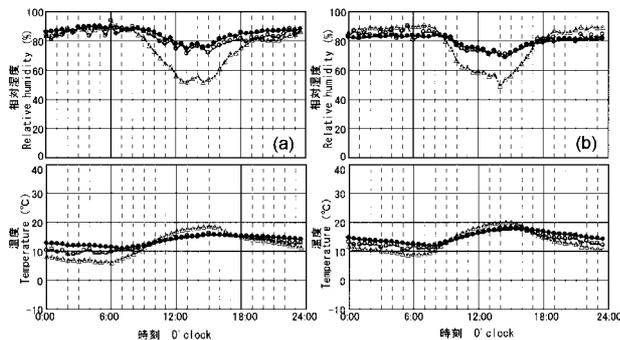


Fig. 4. 相対湿度と温度の日変動（秋）  
Daily variations in temperature and relative humidity (Autumn).  
(a) 木炭敷設前、(b) 木炭敷設後  
(a) Before laying charcoal, (b) After laying charcoal

..... 測定位置 Measuring position  
● 同上 same as above  
-○- 同上 same as above

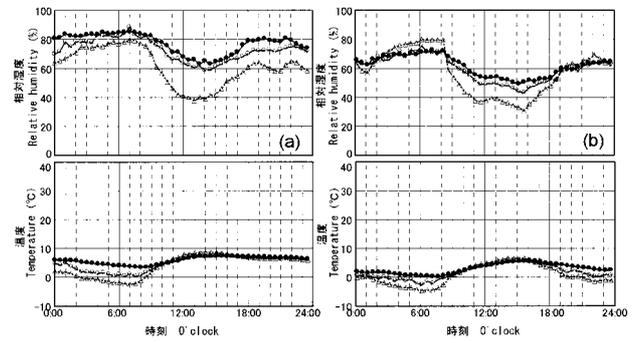


Fig. 5. 相対湿度と温度の日変動（冬）  
Daily variations in temperature and relative humidity (Winter).  
(a) 木炭敷設前、(b) 木炭敷設後  
(a) Before laying charcoal, (b) After laying charcoal

..... 測定位置 Measuring position  
● 同上 same as above  
-○- 同上 same as above

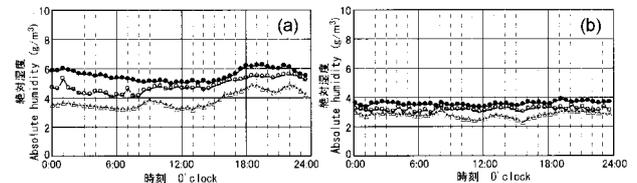


Fig. 6. 絶対湿度の日変動（冬）  
Daily variations in absolute humidity (Winter).  
(a) 木炭敷設前、(b) 木炭敷設後  
(a) Before laying charcoal, (b) After laying charcoal

..... 測定位置 Measuring position  
● 同上 same as above  
-○- 同上 same as above

#### 4 まとめ

床下の相対湿度は、木炭を敷設することによって、一日の周期で外気の相対湿度と逆転する状態になった。このことは、木炭の敷設によって床下の水分量が減少して外気のそれに近づいたこと、及び床下の温度変動が外気のそれより緩やかなことによる。今後は、木炭による吸放湿のみならず、地面からの水蒸気の移動の抑制、あるいは不織布袋表面の結露水の吸収などの総合的現象としてとらえている不織布袋入り木炭による床下調湿機能の持続性について、床下の温湿度の継続的な測定に基づいて検証していく予定である。

#### 引用文献

藤田晋輔・服部芳明・橋田紘洋・葉石猛夫・中野達夫・元木英夫（1995）木造住宅床下の気象環境改善（3）5地区の床下気象環境の改善状況，第45回日本木材学会大会研究発表要旨集，621。  
藤田晋輔・服部芳明・寺床勝也・橋田紘洋・葉石猛夫・中野達夫・元木英夫（1996）木造住宅床下の気象環境改善（4）4地区の床下気象環境の改善状況，第46

- 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 601.
- 藤田晋輔・松尾敦子・服部芳明・寺床勝也・橋田紘洋・葉石猛夫・中野達夫・元木英夫 (1997) 木造住宅床下の気象環境改善 (5) 4 地区の床下気象環境の改善状況, 第47回日本木材学会大会研究発表要旨集, 515.
- 葉石猛夫・織部雄一郎 (1996) コンクリート布基礎床下の気象環境 ( ) 布基礎模型による湿度分布の観察, 第46回日本木材学会大会研究発表要旨集, 49.
- 栗本康司・鹿野厚子・高妻洋成・則元 京・澤辺 攻 (2002) 木炭の調湿能力, 木材工業, 57, 392-397.
- 森川 岳・末吉修三 (2002) 木炭敷設による床下温湿度の変動 その1 実大布基礎モデルの温熱特性, 第52回日本木材学会大会研究発表要旨集, 179.
- 森川 岳・末吉修三 (2003) 木炭敷設による床下の温度と相対湿度の年変動, 森林総合研究所研究報告, Vol.2, No.4 (No.389), 263-266.
- 中野達夫・葉石猛夫 (1995a) 木炭による木造住宅床下の湿度及び部材の含水状態の改善 - 4年間の測定結果 -, 第45回日本木材学会大会研究発表要旨集, 68.
- 中野達夫 (1995b) 木炭を床下に敷くとカビが発生せず家屋の耐久性も増す - 木炭による木造住宅床下の調湿実験、炭を使う知恵, 川辺書林, 62-72.
- 中野達夫・葉石猛夫・水野徹哉・武田孝志・徳本守彦 (1996) 木炭による木造住宅床下の湿度及び部材の含水状態の改善 - 木炭の吸湿性、吸水性及び熱伝導率 -, 木材工業, 51, 198-202.
- 末吉修三・森川 岳 (2002) 木炭敷設による床下温湿度の変動 その2 木炭による床下調湿, 第52回日本木材学会大会研究発表要旨集, 180.
- 滝本裕美・中野達夫・武田孝志・徳本守彦 (2000) 木炭による木造住宅床下の湿度及び部材の含水状態の改善 - 4種類の木炭の吸湿性及び吸水性に及ぼす粒度の影響 -, 木材工業, 55, 14-17.
- 外崎真理雄・鈴木養樹・松岡真吾 (2001a) 床下調湿用廃材木炭の吸放湿特性について, 第51回日本木材学会大会研究発表要旨集, 160.
- 外崎真理雄・鈴木養樹・松岡真吾 (2001b) 床下調湿用廃材木炭の吸放湿特性, 木材工業, 56, 464-467.