

居室における調湿性能評価とその現場測定法に関する研究 ー小型チャンバー実験による評価方法の検討ー

三田村輝章¹⁾

¹⁾前橋工科大学

Study on Evaluation of the Moisture Buffering Effect in the Residential Room and the Field Measurement Method -Experiment of the Evaluation Method by using the Small Test Chamber-

Teruaki Mitamura¹⁾

¹⁾Maebashi Institute of Technology

Abstract: The objective of this study is to develop the evaluation method for the moisture buffering effect in the residential room as an alternative to the traditional method based on absorption and desorption of moisture from the building material. In this paper, as the first step of this study, results of the small chamber test is described. The small test chamber for assuming the field measurement in the residential room was made of acrylic boards. The evaluation method of the moisture buffering effect from the response by humidification and dehumidification in the test chamber, and the experimental procedure were discussed.

Key words: Residential room, Moisture buffering effect, Evaluation method, Field measurement, Model experiment

要旨: 本研究では、従来の建材ベースでの吸放湿量から調湿性能を評価する手法に代わる新たな居室全体の調湿性能を評価する手法を開発し、その現場測定法を確立することを目的とする。本報では、その第一段階として、小型チャンバー実験による検討結果について報告する。実験では、実居室での現場測定を想定したアクリル製の小型チャンバーを製作し、チャンバー内の加湿・減湿による湿度応答から調湿性能を評価する方法とその手順について検討した。

キーワード: 居室, 調湿性能, 評価方法, 現場測定, 模型実験

1. はじめに

近年、断熱気密住宅の普及に伴い、過度な高湿度・低湿度が生じることによる居住者への健康影響のほか、建物への被害が指摘されている（長谷川ら、1998）。そのため、室内湿度を適切なレベルに維持するための手法がますます重要となるが、最近では、廉価なビニル壁紙に替わって、調湿性能に優れた無垢の木材や土壁などの自然素材が好まれている他、多孔質体による調湿建材が商品化されるなど、内装仕上げ材の調湿機能への要求が高まっている。一方、調湿建材の性能評価については、JISによる湿度応答法や密閉箱法が提案されているが（JIS A 1470, 2002）、この方法では建材自体の吸放湿量の多少は判断できるものの、室内湿度への影響を表現したものではないため、居室に適用した際の効果については直接的に把握できない。そのため、設計時に室の調湿性能とそれにより実現される湿度変動を簡易に把握するには、室の調湿性能と湿度変動の

関連性を表現する新たな評価指標のほか、それを現場測定により把握する方法が必要となる。

そこで、本研究では、居室の調湿性能を評価するための新たな評価指標の提案とその現場測定法の確立を目的とし、その第一段階として、小型チャンバーを用いた実験を実施した。本報では、小型チャンバーによる実験結果を用いた評価指標の算出と測定手順に関する検討結果について報告する。

2. 方法

2.1 実験装置

図1に実験装置の概要を示す。実験用のチャンバーは厚さ6mmのアクリル板で製作し、容積1m³の実験チャンバーと容積0.5m³の予備チャンバーの2室で構成されている。実験チャンバー内の換気は、小型電動ポンプ（APN-215NV-1, IWAKI製）を給気および排気に用いる第1種換気方式とし、導入空気は温湿度制御装

置 (PAU-300S-HC, アピステ製) により温湿度を 20℃, 50%RH で一定に制御した空気を送風する。本研究では、最終的には実居室での現場測定を想定しているため、実験チャンバーの換気回数を 0.5~1.0 回/h に調整するために、温湿度制御装置から直接、実験チャンバーに空気を供給すると風量が過大となるため、まず、温湿度を制御した空気を予備チャンバー内に給気し、流量計 (3810DS, コフロック製) によって風量を調節した後、実験チャンバー内に給気する方法を採っている。実験チャンバー内には、電子天秤 2 台 (FB-2000, GX-6100, エー・アンド・ディ製)、加熱式加湿器 (SHM-100U, 加湿能力: 約 100ml/h, アイリスオーヤマ製) のほか、吸放湿体として多孔質内装パネル 5 枚 (303×303×5.5mm, LIXIL 製) を設置し、加湿器と吸放湿体の重量変化から実験チャンバー内の加湿量と吸放湿量を計測する。また、実験チャンバー内の換気回数は、実験開始前 (最初の加湿前) に呼気を注入して CO₂ 濃度を約 4,000ppm まで上昇させ、その後の濃度変化を CO₂ 計 (TR-76Ui, ティアンドディ製) により計測し、濃度減衰多時点法により算出する。

2.2 実験方法

表 1 に実験条件を、図 2 に実験スケジュールを示す。実験では、チャンバー内で一定量・一定時間の加湿を行った後、一定時間の減衰を行うサイクルを繰り返し、その際の湿度変動から調湿性能を評価する。実験条件は、加湿+減衰のサイクルを 3 時間毎と 6 時間毎とする条件と吸放湿体の有無による条件を組み合わせた 4 ケースとする。実験は前橋工科大学構内の実験室内にて実施し、チャンバー周囲の温湿度を実験室の空調により安定させた環境下で行う。

チャンバー内の温湿度の計測は、静電容量式湿度センサープローブ (精度: 湿度±0.8%RH, 温度±0.1℃, rotronic 製) を搭載するデータロガー (HygroLog HC-NT rotronic 製) を使用し、5 分間隔でデータを記録する。測定箇所は実験室内、実験チャンバー内の給気口付近、チャンバー中央付近、排気口付近の 3 箇所とし、実験結果はチャンバー内 3 箇所の平均値を用いる。

2.3 調湿性能の評価方法

図 3 に評価指標の概要を示す。加湿+減衰の複数サイクルのうち、絶対湿度変動の変動幅が一定となる数サイクル目以降を評価対象とする。評価指標の算出手順は、まず、評価対象サイクルの実験結果から絶対湿度変化の曲線で囲まれる面積 S を算出する。また、実験時における温度、加湿量、換気回数等を入力条件として吸放湿なしの場合における絶対湿度変動を算出し、計算による絶対湿度変化の曲線で囲まれる面積を S' として算出する。吸放湿なしの S' を基準として実験による S を S' で除した S'/S 値を評価指標として用いる。

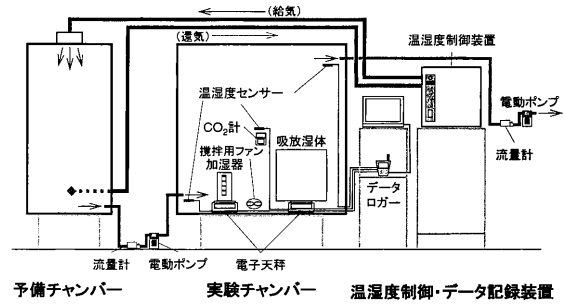


図 1 実験装置の概要

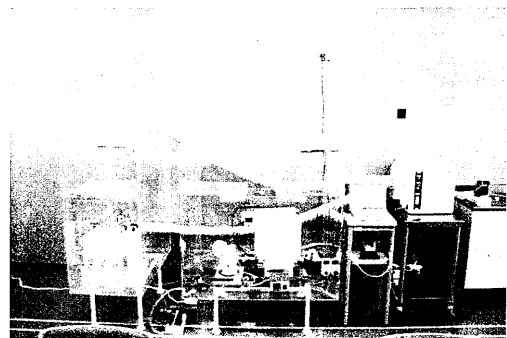
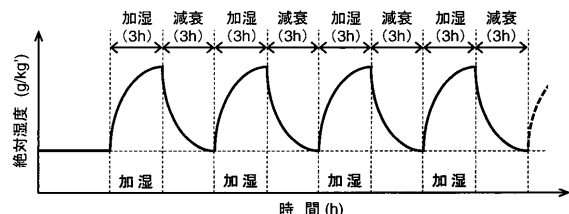


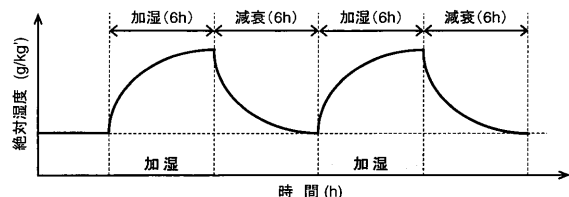
写真 1 実験装置の外観

表 1 実験条件と換気回数・加湿量の結果

	加湿・減衰時間	吸放湿体	換気回数 [1/h]	平均加湿量 [g/h]
Case1-1	3h	無し	欠測	7.1
Case1-2	6h		0.89	11.3
Case2-1	3h	あり(5枚)	0.90	10.9
Case2-2	6h		0.90	11.8

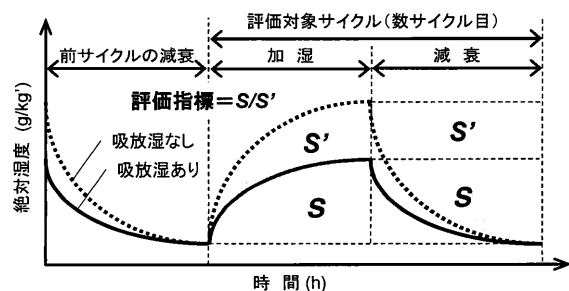


(a) 3h加湿+3h減衰サイクル



(b) 6h加湿+6h減衰サイクル

図 2 実験スケジュール



S' : 吸放湿なしの理論値 (計算値), S : 吸放湿ありの実験値

図 3 評価指標の概要

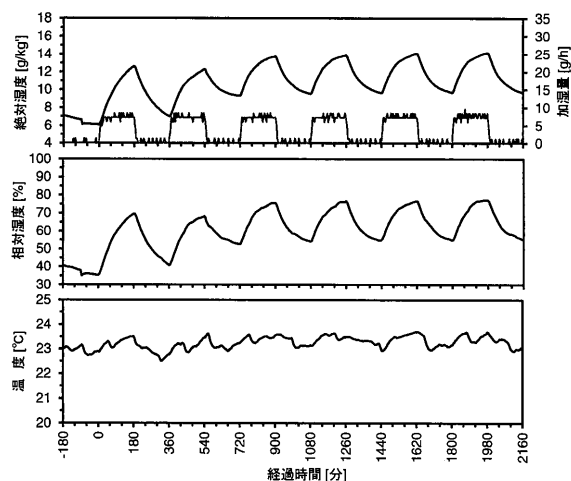


図4 Case1-1における温湿度変動

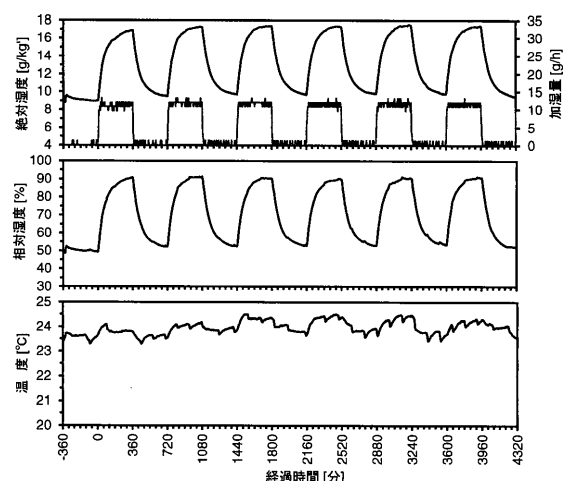


図5 Case1-2における温湿度変動

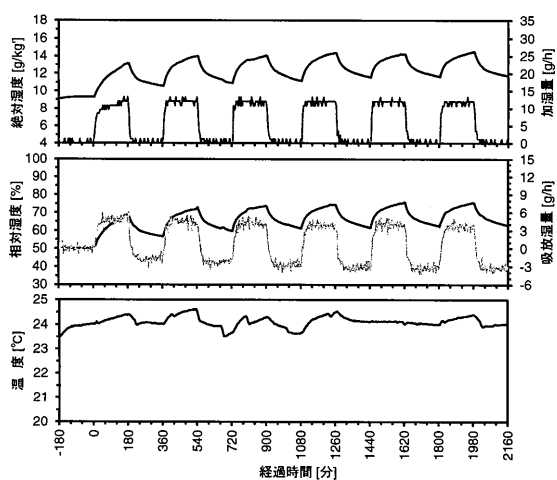


図6 Case2-1における温湿度変動

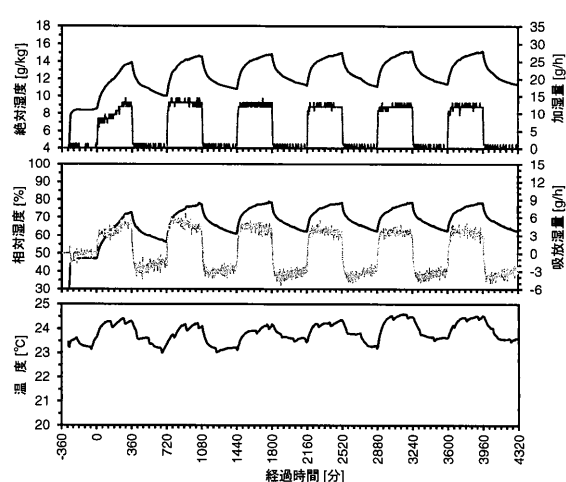


図7 Case2-2における温湿度変動

3. 結果

3.1 温湿度変動

図4にCase1-1における温湿度変動を示す。温度は、22.5～24℃の範囲で変動し、変動幅は1.5℃程度におさまっている。相対湿度は、他の実験と比較して、加湿開始時に10～15%RH低かった影響もあるが、加湿+減衰の2サイクル目までは全体的に上昇傾向にあり、変動幅は30～40%RHと大きい、3サイクル目以降は55～75%RHの範囲で変動し、安定している。絶対湿度は、相対湿度と同様に2サイクル目までと3サイクル目以降で変動の様子が異なり、3サイクル目以降は10～14g/kg'の範囲で変動し、安定している。

図5にCase1-2における温湿度変動を示す。温度は、23～24.5℃の範囲で変動している。相対湿度は、55～90%RHの範囲で変動し、Case1-1と比較すると1サイクル目と2サイクル目以降での差は小さく、加湿+減衰時間を長くしたことにより、変動が早く安定することがわかる。絶対湿度は、9～17.5g/kg'の範囲で変動し、3サイクル目以降は、10～17.5g/kg'の範囲で変動幅がほぼ一定となっている。

図6にCase2-1における温湿度変動を示す。温度は、

23.5～24.5℃の範囲で変動している。相対湿度は、50～75%RHの範囲で変動し、全体的に上昇する傾向がみられるが、3サイクル目以降の変動幅はほぼ一定となり、Case1-1と比較して、変動幅は10%RH程度小さく、吸放湿体による調湿効果がみられる。絶対湿度は、相対湿度と同様に全体的に上昇する傾向がみられるが、3サイクル目以降では12～15g/kg'の範囲で変動幅がほぼ一定となっている。吸放湿体の吸放湿量は、1～3サイクル目までは吸湿量が放湿量より大きい、時間の経過とともに両者の差は小さくなり、6サイクル目では3～4g/hでほぼ同じとなる。

図7にCase2-2における温湿度変動を示す。温度は、23～24.5℃の範囲で変動している。相対湿度は、50～75%RHの範囲で変動し、Case2-1と比較して、変動幅は15%RH程度小さく、吸放湿体による調湿効果がみられる。また、Case1-1とCase1-2の比較と同様に、加湿+減衰時間を長くしたことにより、2サイクル目以降の変動が早く安定している。絶対湿度は、10～16g/kg'の範囲で変動し、3サイクル目以降は12～16g/kg'の範囲で変動幅がほぼ一定となっている。吸放湿体の吸放湿量は、Case2-1と同様な傾向がみられる。

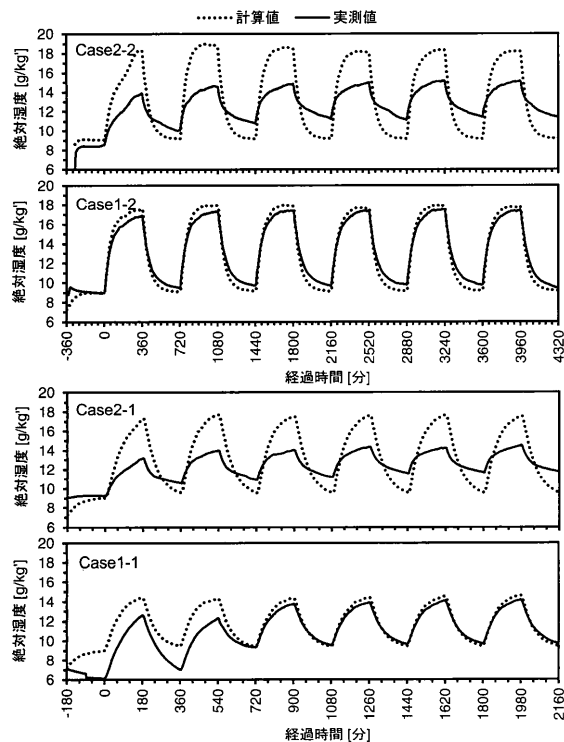
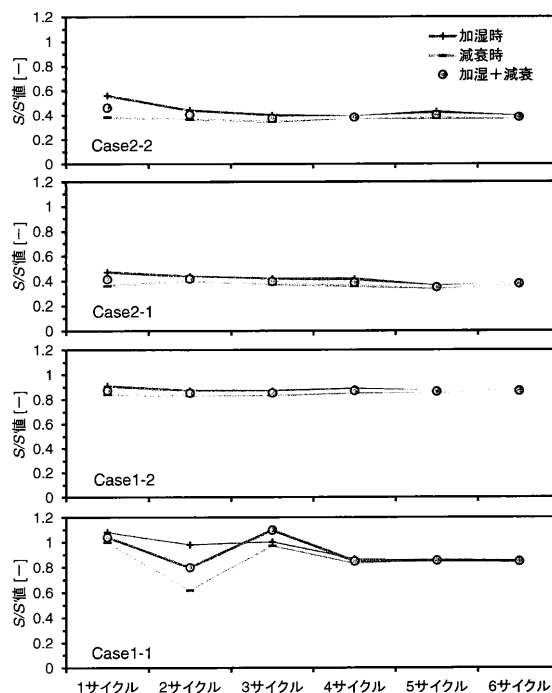


図8 絶対湿度の計算値と実測値の比較

図8に絶対湿度の計算値と実測値の比較を示す。吸放湿体の無いCase1-1とCase1-2では、3サイクル目以降では、計算値と実測値の差は小さくなるが、計算値は実測値よりやや変動幅が大きい傾向にあり、これは加湿時において実験チャンバー内表面がわずかに白く曇っていたことから、結露による水分量の差が原因と考えられる。一方、吸放湿体を設置したCase2-1とCase2-2では、実測値の変動幅は計算値の3分の1程度となり、また、時間の経過とともに変動幅の中心が一致していく傾向にある。

4. 考察

図9に評価指標 S/S' 値の算出結果を加湿時、減衰時、加湿+減衰に分けて示す。Case1-1では4サイクル目までは加湿時、減衰時、加湿+減衰ともに差が大きい、それ以降はいずれも約0.8で安定している。その他のケースでは、1サイクル目ではやや差がみられるものの、3サイクル目以降は安定し、Case1-2では約0.8、Case2-1とCase2-2では約0.4となり、加湿+減衰時間の異なるケースで比較しても、ほぼ同一の結果が得られており、吸放湿体による調湿効果を同等に評価できていると考えられる。 S/S' 値は、吸放湿体がない場合に対する絶対湿度変化の緩和割合を表現するものであり、吸放湿体のないCase1-1及びCase1-2では理論的には1.0となるが、今回の結果では2割程度の差が生じた。一方、吸放湿体を設置したCase2-1及びCase2-2では約0.4となったが、これは吸放湿体がない場合に対して湿度変化

図9 評価指標 S/S' 値の算出結果

が4割程度におさまることを意味しており、湿度変動幅から判断するとはば妥当な結果といえる。

5. まとめ

本報では、小型チャンバー実験による評価を試み、実験手順や提案した評価指標の妥当性を検討した。

今後は、次の段階として、実大スケールの実験棟を用いた実験を実施する予定である。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費（課題番号：26420587）の助成を受けたものである。

6. 文献

長谷川兼一，吉野博：高断熱高気密住宅における居住者の乾燥感に関する冬期調査，日本建築学会計画系論文集 第509号，pp.91-96，1998年

JIS A 1470-1，調湿建材の吸放湿性試験方法—第1部：

湿度応答法—湿度変動による吸放湿試験方法，2002

JIS A 1470-2，調湿建材の吸放湿性試験方法—第2部：

密閉箱法—密閉箱の温度変動による吸放湿試験方法，2002

<連絡先>

三田村輝章

〒371-0816 群馬県前橋市上佐島町 460-1

前橋工科大学工学部建築学科

mitamura@maebashi-it.ac.jp