

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

寝具・台所周りの汚染状況と清掃効果の検討

研究分担者 本間義規 宮城学院女子大学 教授

研究要旨

旅館業法では、「宿泊」とは「寝具を使用して施設を利用すること」とされている。住宅宿泊事業法においても設備要件・居住要件を満たしつつも宿泊機能を提供していることに変わりはない。特に、大きな水分発生源である調理設備（台所）に寝具が存在すると、その湿度状態（水分状態）によってはカビ・ダニの問題が生じる可能性がある。本検討では、民泊の衛生状態を維持保全ガイドライン作成に必要な情報を得ることを目的に、アンケート、実測、実験的検討を行うことを計画している。

今回の基礎実験では、枕の温湿度性状とダニ汚染の実験的検討と各種枕、寝具、カーペット等のダニ汚染度（ハウスダストのダニアレルゲン量 $der f1, der p1$ ）の測定を行った。また、調理に伴う衛生管理状況の清掃の効果について検討した。結果、枕に関しては頭部発汗による高湿化は生じるものの、汚染度合いは低いものとなった。また、キッチンフキンの汚染度合いがテーブルをはじめとする室内家具の汚染に影響することが明らかとなった。

A. 研究目的

旅館業法では、「宿泊」とは「寝具を使用して施設を利用すること」とされている。住宅宿泊事業法においても設備要件・居住要件を満たしつつも宿泊機能を提供していることに変わりはない。特に、大きな水分発生源である調理設備（台所）と同じ空間に寝具が存在すると、その湿度状態（水分状態）によってはカビ・ダニの問題が生じる可能性がある。

本検討では、民泊の衛生状態を維持保全ガイドライン作成に必要な情報を得ることを目的に、室内衛生環境、特に湿度環境とその微生物汚染状況を検討するため、アンケート、実測、実験的検討を行うことを計画している。このうち、寝具の汚染度合い、各種条件下（自然条件下）でのダニアレルゲンのモニタリング、およ

びキッチンフキンの汚染度に伴う家具汚染および除去に関する検討を行う。

B. 研究方法

本研究では、寝具特に人体に直接影響の大きい枕を対象にダニ汚染度（ダニアレルゲン量）がどの程度かを把握するため、枕内部に超小型温湿度センサーロガーを設置し、1分間隔でモニタリングするとともに、寝具および居室の温湿度のモニタリング、換気量の推定等を行う。

各種条件下にさらされた枕のダニアレルゲン量のサンプリングを行い、ダニアレルゲン（Der f1）測定キット（コナヒョウヒダニ）、ダニアレルゲン（Der p1）測定キット（ヤケヒョウヒダニ）（ともに関東化学株式会社）を用いる（分析自体は長崎総合科学大学・山田教授に実施い

ただいた)。

また、キッチンフキンの汚染度合いに伴うテーブル等家具の汚染状況とその除去具合を ATP ふき取り検査により実験的に行う。

C. 研究結果

1. 寝具・枕の湿度応答実験

寝具は住宅宿泊では中心的な備品のひとつであり、その衛生管理が利用者の健康を確保する上で重要である。特に住環境中の主要なアレルゲンであるチリダニ類の成長・繁殖を防止するためには、寝具の湿度管理と直接関係するため(チリダニ類は体内水分が減少すると長時間生存できない)、寝具を含めた室内湿度管理は重要である。不十分な換気状態で調理由来水分発生があると、寝具に吸放湿が生じ、結果として布団やベッド・枕周辺に多くのチリダニ類が生息している可能性が考えられる。そのため、実際に使用されている寝具の吸放湿状況についてモニタリングを行った。

1.1 実験方法

寝具の吸放湿は、空間での水分発生状況(空間湿度)と利用者からの不感蒸泄とにより大きく変動する。現状、寝具の種類や利用者からの不感蒸泄を加味した検討として河本らの研究があるが¹⁾、布団の素材種別などをパラメータとした蓄積は殆どない状況である。そこで、寝具の吸放湿実験方法を検討することを念頭において実験を行った。実験に使用した寝具の状況を表1に示す。解析には熱物性および湿気物性が必要であるが、これらについては今後調査を実施する。実験は、2019年11月10日～17日の間に実施した。個室(床面積9.1m²、気積22.8m³、3種換気レジスター、開口部：アルミサッシ)にてドア開放時(加湿なし)およびドア閉鎖時(加湿あり、0.26kg/h)の2種類を実施した。

表1 寝具仕様

寝具種類	仕様
掛布団	綿 65%ポリエステル 35%, ダウン 90%フェザー10%, 0.3 kg
タオルケット	綿
シーツ	綿
マットレス	ポケットコイルスプリング, 表層仕様: 表面よりポリエステル・綿布+ウレタンフォーム 20mm + 不織布+ウレタンフォーム 10mm
枕	側生地: ポリエステル 100%, 充填物: ポリエステル 100%, マイクロファイバー, 0.8 kg, 高さ 16cm

1.2 室内換気量の予測

使用者からの呼気発生量を用いて室内換気量の予測を行う。図1にドア開放時(加湿なし)の結果を示す。第3種換気であるため、室内ドアの抵抗がない状態で、就寝時の換気量は 13.0m³/hとなっている。図2はドア閉鎖時(加湿あり)の換気量である。ドアにはアンダーカット(2cm)があるため、完全密閉とはならないが、換気量は約半分程度(7.6m³/h)にまで減少することがわかる(図2)。1人が滞在している空間としてはやや換気量不足である。

1.3 加湿なし居室の枕の温湿度性状

居室内で加湿がない場合、水分発生は居室使用者のみである。温湿度結果を図3～5に示す。なお、温湿度センサーには HOBO CO-UX100-023A を枕表面および枕中央部(枕内部中央、深さ 8cm) および syscom SHTDL-3 を枕下面(裏面)に用いた(写真 1, 2)。室内温湿度は HOBO UX-100-011A を用いている(加湿ありも同様である)。

就寝することで頭部と枕が接触するため、表面温度は 34℃程度まで上昇し、内部温度(枕中央部)も非定常的に上昇する。就寝開始当初は枕下部と温度差があるが、4時間後にはほぼ

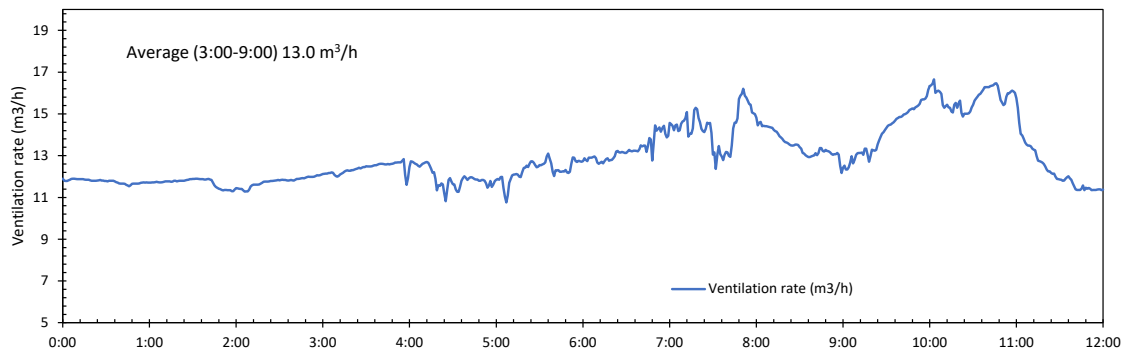


図1 ドア開放就寝時の居室換気量変動

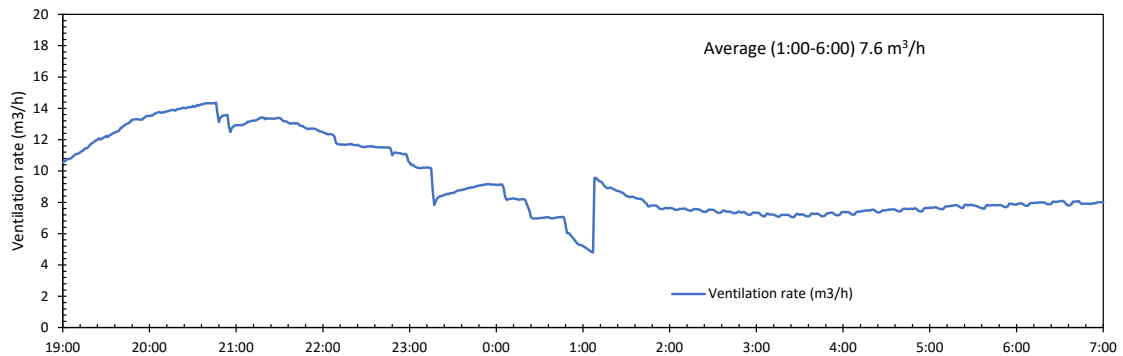


図2 ドア閉鎖就寝時の居室換気量変動

同じ温度になる（ただし、体動により頭部位置がずれたため、6:30～9:00程度は表面温度の変化が大きく、その影響も無視できない）。相対湿度（図5）を見ると、枕表面は温度上昇に伴って相対湿度が低下するが、枕下部は相対湿度が65%程度まで上昇する。絶対湿度（図6）をみると、枕中央部と枕下部は同様な湿度上昇を生じており、枕の透湿係数が高いことがわかる。起床後は枕中央部および枕下部は室内絶対湿度レベルまで低下し、水分蓄積の問題は生じにくいことがわかった。

1.4 加湿あり居室の枕の温湿度性状

夏期の高湿度状態を模擬するため、加湿加湿した状態の実験を実施した。枕の各部位温湿度結果を図7～9に示す。枕温度（図7）は、表面温度が頭部温度になる点は図4と同様であるが、枕内部・底部温度は室内温度と同様になる（室温より低い温度で開始しているのは、就寝時エ

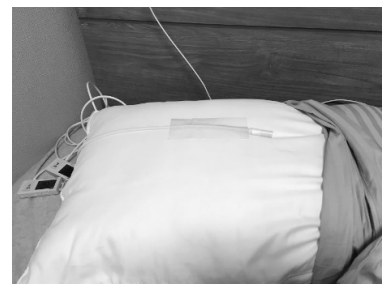


写真1 枕表面・中央部（内部）



写真2 枕下部

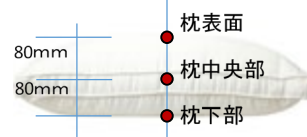


図3 枕断面図

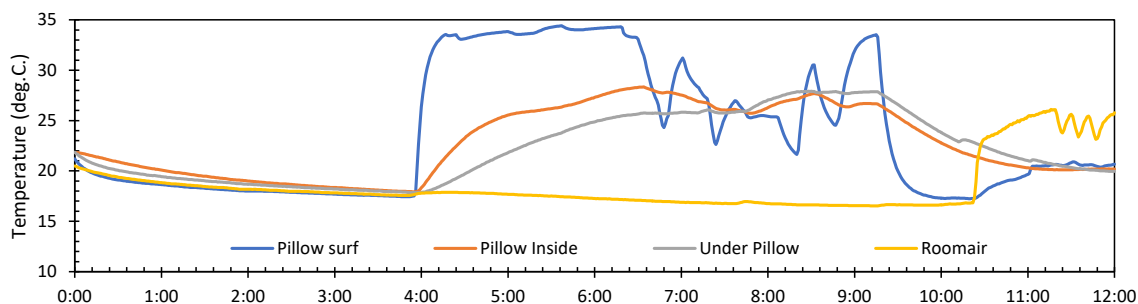


図4 ドア開放就寝時（加湿なし）の枕温度変動

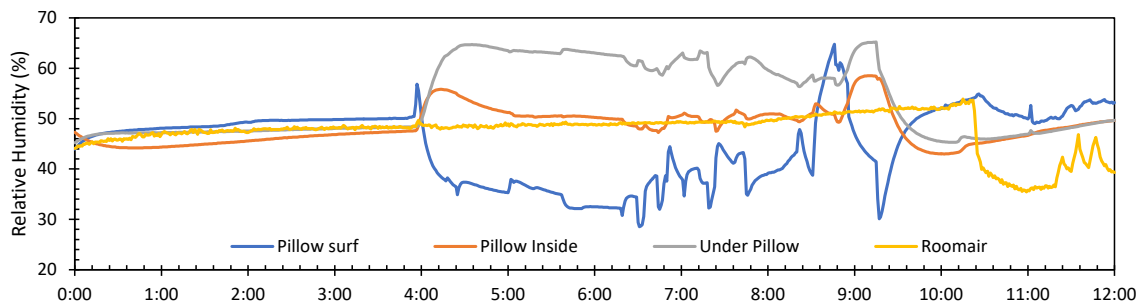


図5 ドア開放就寝時（加湿なし）の枕相対湿度変動

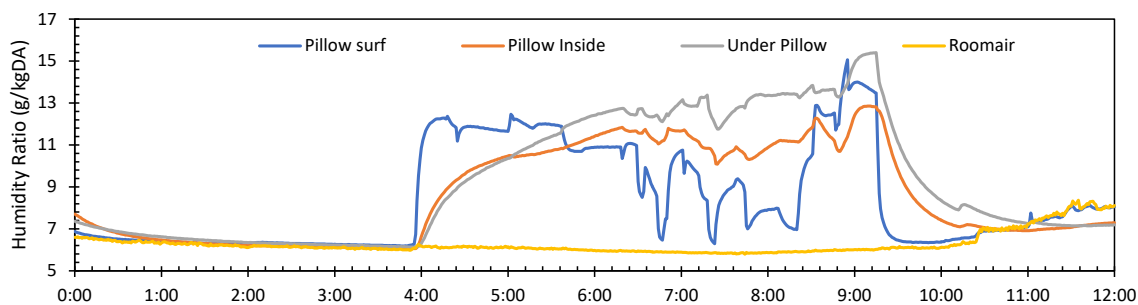


図6 ドア開放就寝時（加湿なし）の枕絶対湿度変動

エアコンにより室温を上げている一方、枕内部および下部がもともと低温だったためである。相対湿度に関しては、室内相対湿度が40～50%で推移しているのに対し、枕表面で就寝時最大94%にまで上昇する。枕中央部、枕下部も70～90%を推移する。絶対湿度みると（図9）、枕表面は30g/kgDAを超えており、頭部発汗の影響があったものと判断できる。いずれにしても、環境温湿度が高いと枕内部も高湿状況を維持することが本実験から推測することができた。

2. 寝具（枕）のダニ汚染状況

前節では、環境側の湿度変化（ドア開放に伴う換気量の差と加湿量の差に伴う雰囲気温湿度

度の差）があるときに、被験者が就寝した際の寝具（枕）の湿度応答の状況を確認した。ここでは、湿度変化の実験に用いた同一の枕の汚染度について確認を行うとともに、室内の他の布製製品の汚染度（シーツやカーペット）および宿泊施設の枕の詳細検査の結果について説明する。

2.1 枕のダニ汚染簡易検査

枕のダニ汚染状況を確認するため、屋内塵性ダニ簡易検査キットダニスキャンを用いて、使用状態の枕のダニ汚染状況を確認した。枕はポリエステル繊維2種類とそば殻枕1種類である。枕カバーの交換頻度は1週間に一度程度であ

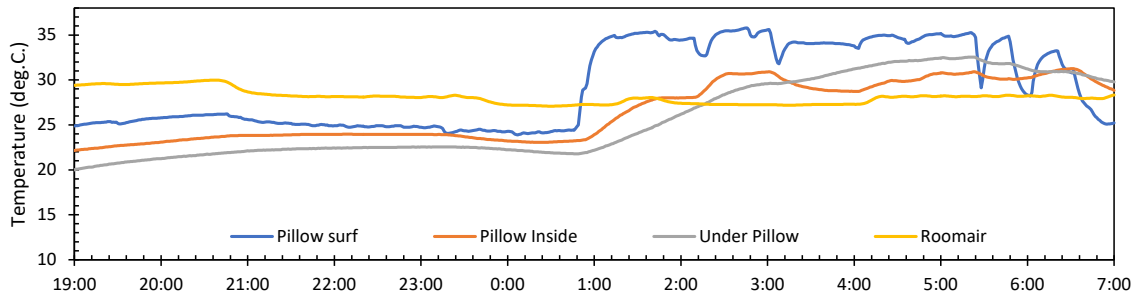


図7 ドア閉鎖就寝時（加湿あり）の枕温度変動

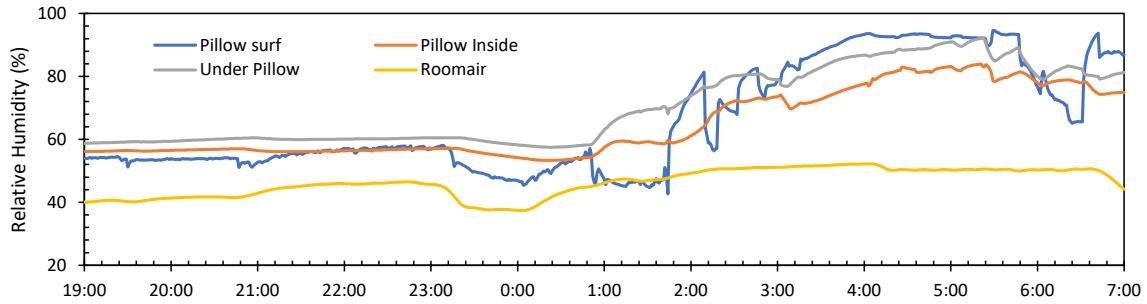


図8 ドア閉鎖就寝時（加湿あり）の枕相対湿度変動

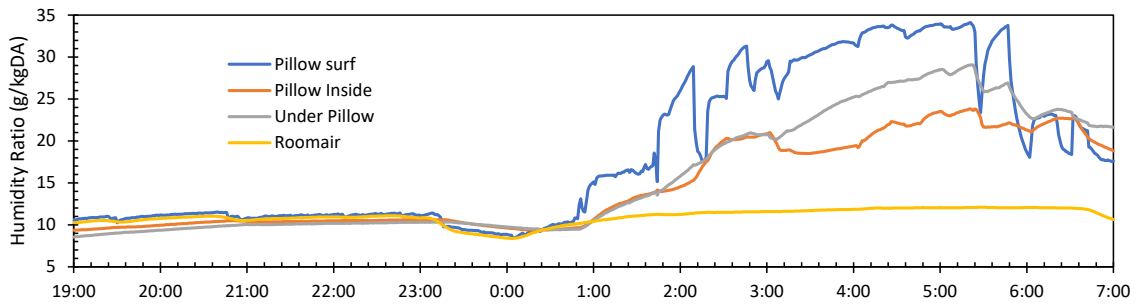


図9 ドア閉鎖就寝時（加湿あり）の枕絶対湿度変動

り、状態としては目視の汚れや匂いなどについては、いずれも問題のない状況であった。ダニスキャンの結果は判定1 ($<1 \mu\text{g}/\text{m}^2$) であり、汚染度は低いことが確認できた。

2.2 枕等のダニ汚染度詳細検査

前項では、枕の汚染度について簡易キットを用いて実測したが、簡易的であるため定量的な評価ができない。そこで、ダニアレルゲン (Der p1およびDer f1) についてELISA法にて検査を実施した(集塵袋で採集した検体を研究分担者でもある長崎総合科学大学・山田先生に送付し、分析いただいた)。

サンプルは、宿泊所の枕②サンプル、個人宅2

件の枕・シーツ、および個人宅1件のみラグ・カーペットを実施した。宿泊所の枕は使用時に枕カバーをかけ直す方法であり、使用頻度は不定期、使用者は複数である。個人宅①の枕は、カバーは1週間程度の頻度で交換・選択している。特定個人が使用している。個人宅②の枕は、3か月ほど枕カバーを交換していない(実験のため)。これも特定個人が使用している。シーツは個人宅①、②とも1週間程度で交換している。ラグ・カーペットに関してはシーズン中敷きっぱなしであり、掃除機による清掃も1週間に1、2回程度、吸引時間も短い。分析結果を表2に示す。

寝具汚染がDer1量として2000ng/g-dust超え

表2 ハウスダスト1gあたりのダニアレルゲン量

	ハウスダスト1gあたりのダニアレルゲン量[ng/g-dust]	
	der f1	der p1
宿泊所枕①	416.3	217.5
宿泊所枕②	検出限界	検出限界
個人宅①枕	検出限界	検出限界
個人宅①シーツ	1588	検出限界
個人宅②枕	170.6	検出限界
個人宅②シーツ	2544	検出限界
個人宅②ラグ	3188	検出限界

るとダニに感作されるリスクが著しく高まると言われており¹⁾この結果を見る限りでは、すべての枕(宿泊所の枕及び検出下限を下回った個人宅①枕、個人宅②枕)は問題のないレベルであることがわかった。一方、シーツやラグ・カーペットについてはリスクが高いことがわかった。サンプル数が限定されているので、今後、さらに実態把握に努める予定である。

3. キッチンまわりの汚染状況

室内の衛生管理の良否は、適切な清掃・管理を実施しているか否かに依存する。しかし、適切な清掃を実施しているつもりでも、清掃用具が汚染されていれば、むしろ汚染を拡げている可能性もある。特に手で触れる箇所は高い衛生状態を保つ必要があり(Covid-19でもこの点はさらに重要視されるものと考えられる)、今回は台所フキンとテーブル(ダイニングテーブル)を対象に汚染拡散状況の把握を試みた。

今回はATPふき取り検査により、台所フキンとテーブルの汚染度について簡易調査を行った。特に、今回はフキンの汚染除去状況を確認するため、汚染されていないフキンを用いた。測定装置にはKikkoman Lumitester PD-30(以下、PD-30)を、検査キットにはATP、ADP、AMPを測定できるKikkoman ルシパック TM A3 Surfaceを用いた。なお測定は3回実施し、

その平均値で考察する。実測結果を図10、11に示す。

テーブルは当初15000 RLUを超え、汚染状態が進んだ状態にあったが、65RLUのフキンで拭いた後は約半減の8668 RLU、さらに水道水で洗ったフキン(29 RLU)で拭いたところ、5407 RLUまで低下した。フキンは最終的に水道水で洗浄したところ、11 RLUまで低下した。しかし、3時間後に再度フキンのRLU値を計測すると47 RLUまで上昇していた。これは、残留していた汚染物質が増えたものと考えられる。テーブルは広葉樹突板であり、道管の溝の清掃が困難であることが考えられる。テーブル清掃は2回拭きでも65%程度の除去率であり、清潔な状態を保つためには4~5回は拭く必要が示唆される。また、フキンが清潔でなければ、テーブルを汚染することは想像に難しくなく、細菌の種類によっては健康被害をもたらす危険性を指摘することができる。

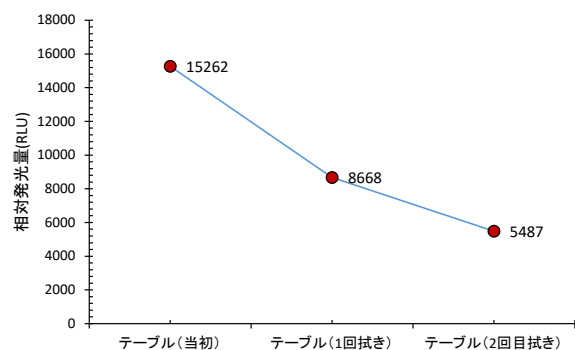


図10 テーブルの清掃に伴う汚染度変化

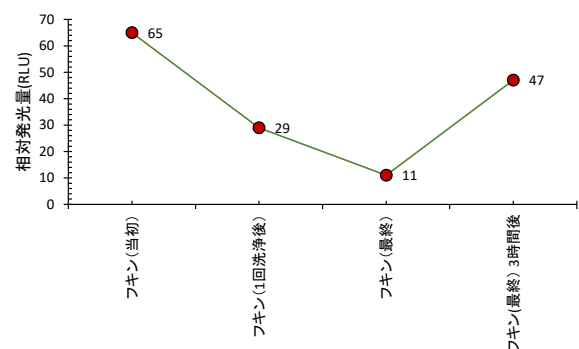


図11 フキンの汚染度状況

D. 考察

寝具の汚染状況については、今回の実験時期が秋期および冬期にかけての実測になっている。しかし、住環境のダニ類の季節消長では夏季に増えることが判明しており²⁾、夏季の調査も含める必要がある。また、サンプル数が限られているという問題もあり、実住宅での調査も今後継続する必要があるだろう。また、同時にダニ汚染が進行するメカニズム解明しなければ、いくら実態把握していても改善のためのガイドラインになり得ない。実験室実験および数値シミュレーションも視野に入れて研究を進める必要があるだろう。

E. 結論

今回の基礎実験では、枕の温湿度性状とダニ汚染の実験的検討と各種枕、寝具、カーペット等のダニ汚染度(ハウスダストのダニアレルゲン量 $der\ f1, der\ p1$)の測定を行った。また、調理に伴う衛生管理状況の清掃の効果について検討した。結果、枕に関しては頭部発汗による高湿化は生じるものの、汚染度合いは低いものとなった。また、キッチンフキンの汚染度合いがテーブルをはじめとする室内家具の汚染に影響することが明らかとなった。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

なし

参考文献

- 1) Platts-Mills TA, Vervloet D, Thomas WR, Aalberse RC, Chapman MD, Indoor allergens and asthma: report of the Third International Workshop. *J Allergy Clin Immunology* 1997;100:S2-S24
- 2) 小峯裕己編著:室内微生物汚染 ダニ・カビ完全対策, 井上書院
- 3) 河本奈都子・銚井修一・高田暁・石黒晃子・岩前篤:夏期および冬期睡眠時の人体生理・心理応答と寝具における熱・水分移動と蓄積, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) D-2, 221-222, 2003年9月
- 4) 楠幹江:震災を経験して,改めて,寝具の問題を考える, 日本衣服学会誌, Vol.55, No1, 27-30, 2011年
- 5) 栗山恵都子・今井恵子・田中辰明:寝具からの発塵による空中浮遊菌およびダニアレルゲンに関する考察, 日本家政学会誌, Vol.55, No.11, 867-875, 2004年
- 6) 安枝浩:ダニアレルゲンの免疫生物学とアレルギー疾患, アレルギー57 (7), 807-815, 2008