

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 5 日現在

機関番号：32685

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06335

研究課題名(和文) クリーニング工場における温熱・空気環境改善に関する基礎的研究

研究課題名(英文) A Study on the Thermal / Air Environment in the Industrial Laundry

研究代表者

小笠原 岳 (OGASARAWA, Takeshi)

明星大学・理工学部・准教授

研究者番号：30516232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、夏期における温熱環境の悪化リスクの高いクリーニング工場において、空調・換気設備の異なる二つの工場および工場屋根の改修前後での比較調査を行った。設備の異なる工場における調査では、両工場とも工場内空気温度は外気温度よりも3 程度高いことや、スポット空調を導入している工場でも工場の快適性について不満を持つ作業者が多いことが明らかになった。また屋根改修前後の比較調査では、断熱改修により室内側屋根表面温度は約4 程度低くなったこと、アンケート調査では、総合的な温熱感に関する質問において、不快の回答が改修前は57%であったのに対し、改修後は20%となったことなどを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, an indoor environmental survey was conducted at a commercial cleaning factory. In the survey at factories with different facilities, both factories confirmed that the air temperature inside the factory was 3 ° C higher than the outside air temperature. Even at factories introducing spot air conditioning, it was found that the comfort of the factory is low. In the comparative survey before and after the roof renovation, it was confirmed that the indoor side roof surface temperature was lowered by about 4 ° C. by the heat insulating refurbishment. According to the questionnaire survey, in response to overall thermal feeling question, the unpleasant reply was 57% before the renovation, but it was 20% after the renovation.

研究分野：建築設備

キーワード：工場建築 温熱環境 空気質 クリーニング工場 暑熱環境 実測 アンケート

1. 研究開始当初の背景

本研究では、数ある建築用途のなかで、業務用クリーニング工場に着目した。工場建築では、建築内に多数の高温発熱機器を有する場合があります。建物内の温熱・空気環境悪化のリスクが他用途と比べて非常に大きい。特に業務用クリーニング工場は、業務の繁忙期が外気温の高い夏期に重なるため、作業環境は好ましいとは言い難い状況であり、環境改善への努力が必要である。しかし業務用クリーニング工場内環境に特化した研究事例で学術的に公開されているものは無く、多くの研究者に改善の必要性が認められていない状況にある。

2. 研究の目的

本研究では、夏期における温熱環境の悪化リスクの高いクリーニング工場を対象に、現地実測調査およびアンケート調査を行い、実態の把握を目指す。将来的には、本研究で得られた知見をベースに、工場における温熱・空気環境対策モデルの構築を目指しており、本研究は一連の研究のスタートと位置付けられる。

3. 研究の方法

(1) 空調設備・換気設備の異なる 2 工場を対象に、夏期の物理環境実測およびアンケート調査を実施した。対象工場 A は都内中規模工場であり、作業エリアの拡大による増築に伴う機器の増設や入れ替えを繰り返してきたため、空調設備がほとんど導入されておらず、計画的な環境対策が施されていない。神奈川県内の工場団地に立地する対象工場 B は作業工程ごとに空間が分かれており、スポット空調(個別空調)が導入されている。二つの対象工場において、物理環境実測として温湿度を測定した。またアンケート調査は業務用厨房の評価のために提案された総合評価手法 POEM-K<sup>1)-3)</sup>をベースに、クリーニング工場用に設問修正を行い、日本語の読み書きが不得意な作業員でも回答を容易にするために、項目を減らした簡易版で実施した。

(2) 千葉県内の医療用クリーニング工場内を対象とした調査を実施した。医療用クリーニング工場では病院基準製品のクリーニング事業を行うため、他工場と比べても衛生基準が非常に厳しく、害虫や埃等の侵入を防ぐため各作業エリアごとに区画されている。そのため換気経路を適切に計画し、確実に運用する必要がある。

(3) 内部に中 2 階を持つクリーニング工場において、屋根改修前後の工場内温度およびアンケート調査を実施した。改修前(2016年)と改修後(2017年)の夏期における温度変化およびアンケート結果を比較することで、屋根改修による環境改善効果に着目した。

4. 研究成果

(1) 図 1(1)に 8 月 4 日の工場 A の作業エリアと開口近傍の温湿度変化を示す。工場 A の対象調査日は窓を開放し、扇風機を使用している状況であった。作業エリアは開口近傍と

比べ、作業時間内 7 時 30 分～17 時の平均温度は 3.6 高く、絶対湿度は 0.6g/kg 高い結果となった。工場 A は、作業開始 8 時頃から 14 時頃まで温度上昇が続き、その後、18 時 30 分頃まで温度が低下するが、18 時 30 分過ぎから再び温度が上昇して 19 時 30 分頃が最もピークとなる結果となった。これは、18 時 30 分頃に作業終了となり、換気扇が停止したことにより機器発熱が工場外へ除去できなくなったことによる温度上昇であると考えられる。工場 A は、作業時間の殆どが 38 以上となっており、空調設備を備えていないため作業員には厳しい環境であると考えられる。図 1(2)に 8 月 4 日の工場 B 測定点 B と開口近傍点 B の温湿度変化を示す。工場 B の対象調査日は窓を部分開放し、スポット空調及び天井に設置されている排煙窓・排煙ファンを使用している状況であった。作業エリアは開口近傍と比べ作業時間内 7 時 30 分～17 時の平均温度は 2.1 高く、絶対湿度は 0.5g/kg 高い結果となった。工場 B は、作業開始 7 時 30 分頃から 12 時頃まで温度上昇が続き、その後作業終了 18 時 30 分頃まで温度が低下し、18 時 30 分頃から再び温度が上昇している結果となった。これは工場 A の傾向と同じく、排煙窓・排煙ファンを停止したことによる温度上昇と考えられる。工場 B はスポット空調を備えているが全体空調ではないため、スポット空調に当たらない作業員には厳しい環境であると考えられる。

工場 A・工場 B を比較した場合、工場 A は工場 B よりも作業時間内 7 時 30 分～17 時の平均温度で 1.5 程度高い結果となったが、工場 B はスポット空調を使用しているため、作業員の体感では温度差以上に感じていると考えられる。絶対湿度に関しては、工場 A・B 共に大きな差は見られない結果となった。

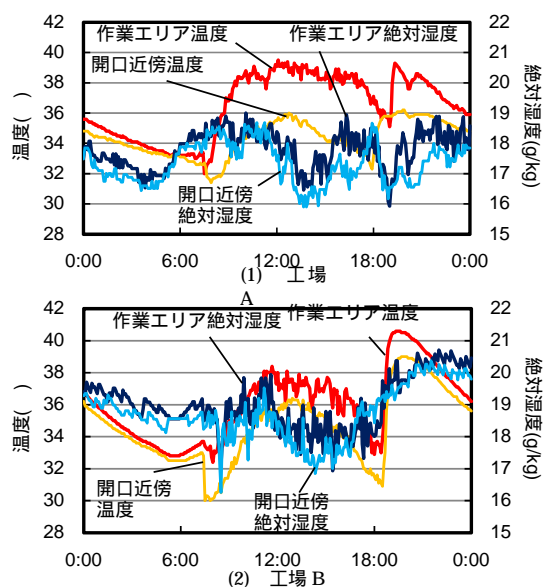


図 1 工場内環境の比較 (8/4)

図2に総合的な温熱環境に関する回答を示す。総合的に見た温熱環境を「不快」「やや不快」と回答した割合は、工場Aでは52.1%、工場Bでは42.8%となった。

図3に総合的な空気質に関する回答を示す。総合的に見た空気質を「不快」「やや不快」と回答した割合は、工場Aでは75.0%、工場Bでは57.1%となった。このことから空気質に影響する埃やにおいなどに対する改善が必要と考えられる。

図4にクリーニング工場全体の快適性に関する回答を示す。工場全体の快適性に関して「不快」「やや不快」と回答した割合は、工場Aでは70.9%、工場Bでは56.5%となった。このことから工場全体の快適性に関して、工場A・工場B共に半数以上の作業者が不快側の回答であり、工場Aは工場Bよりも環境が劣悪であると考えられる結果となった。

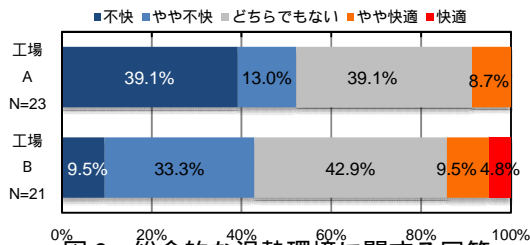


図2 総合的な温熱環境に関する回答

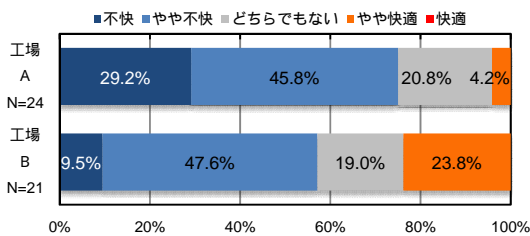


図3 総合的な空気質に関する回答

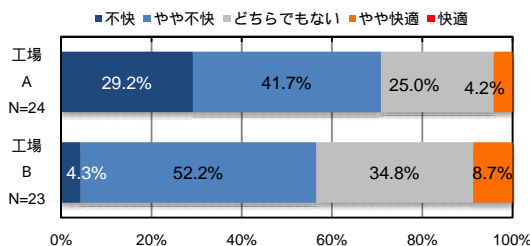


図4 工場全体の快適性に関する回答

(2) 医療用クリーニング工場における調査の結果、各室間の圧力バランスが適切でなく、またベルトコンベアーなどが区画を貫通する部分の対策が不十分であるため、多くの作業者が働くエリアに高温気流が漏入しているなどの現状を把握した。また、おしぼりなどのタオルを乾燥する室の相対湿度は30%を下回る時間帯があり、過乾燥状態だと考えられる。この部屋では手作業により製品を仕上げるため、乾燥による静電気の発生が懸念され、作業上支障が生じる。ドライ

ミストを設置する事で乾燥対策・冷却効果への期待ができると考えられる。

(3) 改修前の屋根構成は鋼材と木毛セメント板に中空層を挟んだものであったが、改修後は鋼材に遮熱カラー塗装(GL鋼板(0.5mm))を用い、裏打断熱材(ポリエチレンフォーム4mm)を追加した。また、中2階となる部分の屋根には断熱材としてイソシアヌレートボード(25mm)とスタイロフォーム(30mm)を敷設した。各所温度の比較を図5に示す。比較した日程は2017年7月19日(最高32.4・最低21.8・平均27.0)と2016年7月12日(最高33.6・最低22.4・平均27.7)の外気温が近似した日程を選定した。屋根表面温度は、前述したとおり明度を低くしたため、改修後は日中の温度が改修前より最大で13.5、平均で約2.5高い結果となった。しかし、改修後の屋根裏表面温度については改修前と比べ日中で最大8、平均2.5低い結果が得られた。これは断熱改修によるものであり、改修により屋根の熱流は大きく軽減したと考えられる。空気温度については、改修前後で差はほとんど見られなかった。これは、対象工場における自然換気量が多いため、屋根裏の表面温度低下の影響が小さいためであると考えられる。

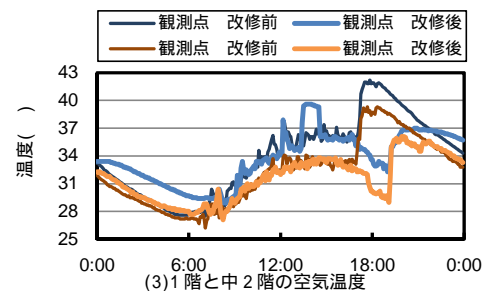
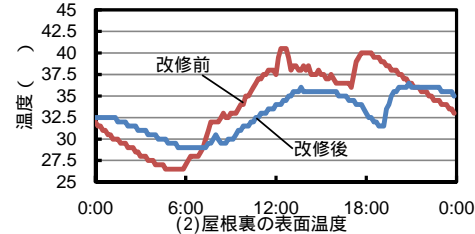
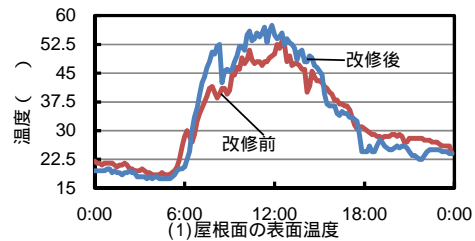


図5 各所温度の比較

アンケート調査結果について、図6に総合的な温熱環境に関する回答を示す。中2階の作業者については快適側の回答が大きく増える結果となった。このように天井に近い中2階では屋根の断熱改修による環境改善効果が大きいことを確認した。

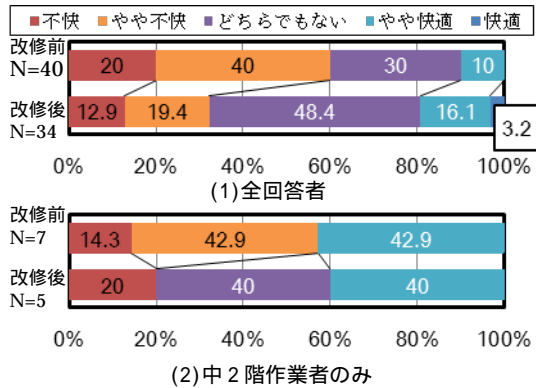


図6 総合的な温熱環境に関する回答

< 引用文献 >

- 前田, 相良, 窪内, 山中, 甲谷: 業務用厨房における作業環境評価に関する調査研究(その1),(その2) 日本建築学会近畿支部研究報告集 第45号 環境系 pp.221-228, 2005.6
- 千原, 相良, 山中, 甲谷: 業務用厨房の作業環境評価法(POE)に関する研究(その1),(その2) 日本建築学会近畿支部研究報告集 第46号 環境系 pp.17-24, 2006.6
- 千原, 相良, 山中, 甲谷: 業務用厨房の作業環境評価法(POE)に関する研究(その3),(その4) 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2 pp.749-752, 2006.9

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 4件)

- クリーニング工場内の温熱・空気環境に関する研究 (第1報)異なる工場を対象とした夏期アンケート調査; 小笠原岳(单著) 空気調和・衛生工学会大会梗概集 pp.201-204, 2017年
- クリーニング工場内の温熱環境に関する研究 (その3)空調・換気設備の異なる工場内の夏期環境比較; 小笠原岳(单著) 日本建築学会学術講演梗概集 (D-2) pp.767-768, 2017年
- クリーニング工場内の温熱環境に関する研究 (その1)都市部の中規模工場における実測; 小笠原岳(他1名、1番目) 日本建築学会学術講演梗概集 (D-2) pp.201-202, 2015年
- クリーニング工場内の温熱環境に関する研究 (その2)中規模工場作業従事者を対象とした夏期アンケート調査; 小笠原岳(他1名、2番目) 日本建築学会学術講演梗概集 (D-2) pp.203-204, 2015年

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小笠原 岳 (OGASAWARA Takeshi)  
明星大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 30516232

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号:

(4) 研究協力者

( )