

令和3年度

屋内作業に適した職場における熱中症予防方法等に関する研究

研究代表者 堀江正知

目的：屋内作業場における発熱源、蒸気、熱上昇気流、人的密集等の実態を把握して、熱中症を発症するリスクを整理して、WBGTを実測できない屋内作業場や小規模事業場においても実施可能な熱中症予防対策について検討して提案することを目的とした。

方法：①屋内作業場における環境と作業の実態を調査した。調理場、食堂、クリーニング施設の4事業場において、2021年の梅雨期間中、梅雨明け後～8月上旬、8月中旬以降の3期間に各2～5日間、WBGT計を用いた気温、相対湿度、WBGTの連続測定を実施した。また、風速、気流、機器・設備の表面温度も測定した。②介護福祉施設の6事業場では、IoTシステムでクラウドサービスを用いた自動計測を行った。③調理員3名に携帯型計測器を装着させて、WBGT、温度、相対湿度、心拍数、前胸部体表温を計測し、うち2名には携帯型送風機を使用した場合の計測と比較した。④食品製造、金属加工、プラスチック製造、粉体加工、倉庫の計6事業所における暑熱環境、服装、身体負荷に基づくリスクアセスメントを実施した。⑤労働衛生工学や屋内空調設備専門家を招聘した検討会を開催し、職場環境改善、作業方法改善、保冷用品利用等による熱中症リスクの低減対策を検討した。⑥屋内の熱中症に関する文献を、屋内、調理場、倉庫等の16単語と熱中症、体温上昇等の19単語とを組み合わせて検索して、知見の整理を始めた。⑦次年度の質問紙調査で使用する調査票の内容を検討した。⑧2016年から2020年の全国における熱中症による休業4日以上又は死亡の労働災害3,944事例を分析し、最寄りの気象官署の気象記録と突合して、休業期間が長期化する要因を解析した。⑨北海道、群馬、神奈川、大阪、福岡の6事業場において、梅雨期間中、梅雨明け後・盆前、8月中旬以降の3期間に分けて屋内外でWBGTを2～5日間にわたり24時間連続測定し、最寄りの気象観測地点における測定値と比較した。

結果：①調理場では、調理設備、食器洗浄機、配膳車等が熱源となってWBGTが上昇すること、調理や洗浄等の作業者は蒸気への曝露があること、気流によって局所冷房や全体空調の機能が不十分になりやすいことを確認した。クリーニング施設では、プレス機や配管からの輻射熱があることを確認した。②介護福祉施設では、入浴介助作業で熱中症リスクが最も高いことを確認した。IoTシステムによる自動計測結果はスマートフォンやパソコンによってリアルタイムでデータの確認が可能で、厨房内でも調理位置で気温上昇が異なること等が確認された。③携帯型計測器による計測では、調理作業でWBGTが30℃を超えることがあり、前胸部体表温や心拍数も上昇する傾向を認めたが、携帯型ファンを使用することによる負荷軽減は明らかではなかった。④食品製造職場等におけるリスクアセスメントの結果では、許容できるWBGT基準値を上回っている職場が認められ、熱中症予防対策が必要と評価された。⑤労働衛生工学や屋内空調設備専門家とともに実施した検討会では、調理や食堂では害虫、埃、温水消毒等の食品衛生との両立が必要なこと、倉庫

や製造現場では建築構造の特性、作業者の配置、作業負荷の変動制が制約になることが指摘され、置換換気や大型扇風機の導入等による職場環境改善、人的密集の解消等の作業方法改善、電動ファン付き作業服等の保冷用品利用等の職場改善策が提案された。現実的な対策として、休憩場所の整備、作業時間の短縮、服装の改善、作業中の巡視、健康状態の確認、労働衛生教育、救急処置等の事項が提案された。⑥屋内の熱中症に関する文献を収集し、作業環境、作業時間、冷却用保護具に関する熱中症予防対策の知見を整理した。⑦次年度に実施予定の質問紙による実態調査の準備を始めて使用する調査票案を作成した。⑧労働災害の分析結果では、休業日数が14日以上となる原因としてはWBGTや気温等の環境条件よりも高年齢であることの影響が大きいことが明らかとなった。⑨全国6事業場の屋内外におけるWBGTや気温等の連続測定結果では、夕方頃に室内の実測値が最寄りアメダス地点での値より高くなる場合があること、夜間は常に室内の実測値がアメダスよりも高いこと、直射日光が差し込む屋内では黒球温度が急に上昇する場合があること、屋内ではWBGTがピークとなる時刻がアメダスよりも遅くなる傾向があること、建物外壁付近では午後に実測値がアメダスよりも高くなる場合があることが明らかとなった。

考察：調理場やクリーニング施設等のWBGT上昇は、熱源配置、作業内容、人的密集が影響していたことから、WBGTの低減には、熱源からの隔離の確保、気流の確保、作業服の見直し等が有効な可能性があると考えた。調理場では、HACCPに沿った衛生管理との両立が重要で、冷房装置の活用は室内の気流に留意することが重要と考えた。温熱環境と生体指標のモニタリングは通信方式で管理する方法が有効と考えた。熱中症による死傷者の分析には休業4日未満の事例も含めた解析が必要と考えた。屋内事業場における夕方頃のWBGT上昇は太陽照射により蓄熱した屋根及び壁からの輻射熱によるものと考えられ、夜間に屋外よりWBGTが高くなる理由は屋根が放射冷却を妨げるためと考えられ、気象官署データからWBGTを予測するには壁と窓等からの輻射熱を考慮する必要があると考えた。

結論：屋内作業場におけるWBGTの低減対策として、置換換気設備の導入、窓から差し込む直射日光の遮断、気流の確保、熱源からの隔離の確保、作業服の見直し等が提案できる可能性がある。また、午後に建物全体が蓄熱することの影響を考慮した作業計画が重要である。また、局所冷房や送風機付き作業服を導入する際は、作業場の気流に合わせて留意すべき事項を整理する必要がある。

今後の展望：第2年度は、WBGTの実測値と気象観測値との差が生じる原因を探究して、発熱源、熱上昇気流、人的密集の程度等の温熱条件に基づく職場特性を類型化して気象観測値から屋内事業場のWBGTを推定する方法を考案すること、小規模事業場でも実施可能な屋内事業場における熱中症対策について調査を行うこと、そして、業種、建物の構造、発熱源、作業内容等の特性に応じて職場環境改善（輻射の遮断、熱風の排出、局所冷却設備等）、作業方法改善、保冷用品利用等による合理的な熱中症予防対策の提案をめざす。