

避難所としての利用が想定される建築物における換気測定

Air exchange rates in buildings that are expected to be used as shelters during disasters

室内環境学会新型コロナ感染対策WG, ○篠原直秀(正会員)¹⁾, 鍵直樹(正会員)²⁾, 金勲(正会員)³⁾, 関根嘉香(正会員)⁴⁾, 及川雅史(正会員)⁵⁾, 達晃一(正会員)⁶⁾, 橋本一浩(正会員)⁷⁾, 坂口淳(正会員)⁸⁾, 太田泰彦(非会員)⁹⁾, 長尾祥大(非会員)¹⁰⁾, 吉村太志(法人会員)¹¹⁾, 木村悦男(非会員)¹²⁾

1) 産業技術総合研究所, 2) 東京工業大学, 3) 国立保健医療科学院, 4) 東海大学, 5) グリーンブルー株式会社, 6) いすゞ自動車株式会社, 7) 株式会社エフシージー総合研究所, 8) 新潟県立大学, 9) 株式会社いすゞ中央研究所, 10) エスペック株式会社, 11) 日本カノマックス株式会社, 12) エヌアンドエス株式会社

○Naohide SHINOHARA¹⁾, Naoki KAGI²⁾, Hoon KIM³⁾, Yoshika SEKINE⁴⁾, Masafumi OIKAWA⁵⁾, Kouichi Tatsu⁶⁾, Kazuhiro HASHIMOTO⁷⁾, Jun SAKAGUCHI⁸⁾, Yasuhiko OTA⁹⁾, Akihiro NAGAO¹⁰⁾, Futoshi YOSHIMURA¹¹⁾, Etsuo KIMURA¹²⁾

1) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2) Tokyo Institute of Technology, 3) National Institute of Public Health, 4) Tokai University, 5) Green Blue Co., 6) Isuzu Motors Ltd., 7) FCG Research Institute, Inc., 8) University of Niigata Prefecture, 9) Isuzu Advanced Engineering Center, Ltd., 10) Espec Co., Ltd., 11) Kanomax Japan, Inc., 12) N&S Co.

Abstract: Air exchange rates were determined in the gymnasiums and rooms of two facilities in Tokyo that are to be used as evacuation shelters in the event of a disaster. The equivalent air exchange rates in the gymnasiums were 0.067/h and 0.035/h when the windows were closed. The equivalent air exchange rates in gymnasium A increased to 1.1/h when the windows were opened and the ventilation system was turned on, and increased to 1.7/h when all the windows were opened 10 cm apart in gymnasium B.

キーワード：換気回数，避難所，体育館，模擬飛沫核，感染対策

1. 緒言

災害発生時に住民らが避難する避難所は，災害の規模によっては，人が多く避難する場所であり，三密が生じる可能性が懸念され，重要かつ社会的な関心も高い．避難と感染対策を両立させた避難所の設営のために，本研究では，2ヶ所の避難所予定施設において，各種条件下における換気回数の計測を行った．

2. 方法

2-1. 対象

調査は，東京都内で災害時に避難所として使用されることになっている2施設の体育館・部屋で2021年2月3日および8日に行った．

避難所Aは，築5年の鉄筋コンクリート造の建築物であり，冷暖房・換気設備が完備の体育館(半地下，31.2 m×15 m×8 m)および会議室等3部屋を対象とした．避難所Bは，築30年以上の鉄筋コンクリート建築物で，体育館(30.5 m×16 m×8 m)を対象とした．

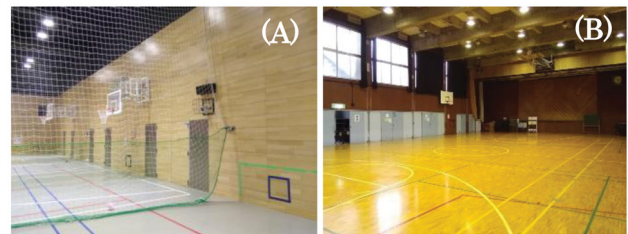


Fig.1 Picture of gymnasium surveyed in this study. (A) Shelter A; (B) Shelter B.

2-2. 換気回数の計測

CO₂/粒子は，体育館内は約5 mおよび約3 mごとの等間隔15ヶ所/5ヶ所の高さ65 cmおよび150 cmにおいて計測を行った．また，2ヶ所(避難所Aでは壁際，避難所Bでは中央付近)では，高さ0, 65, 150, 300, 450, 650 cm/65, 150, 450 cmにおける計測も行った．避難所Aの3部屋では，中央3~4ヶ所の高さ150 cmで測定した．外気濃度は，建物の両側2ヶ所の高さ150 cmにおいて計測した．

空間内を巡回しながらボンベからCO₂ガスを発

生させ、空間内各所における濃度が 3,000～5,000ppm 程度で均一になるまで攪拌した後、無人の状態として CO₂ 濃度の減衰を CO₂ 測定器 (TR-76Ui, T&D) により計測した。また、発煙管 (スモークテスト用発煙管 501 /I-2321-11, ガステック) から発生させた粒子 (酸化スズ(IV)) についても、空間内で均一になるまで攪拌した後、その濃度減衰をパーティクルカウンタ (ハンドヘルド LPC3889, カノマックス, 6 粒径の内 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 μm について解析) により計測した。測定条件としては、閉切, 窓開け, 換気装置の稼働とした。

3. 結果

3-1. 濃度減衰試験

CO₂ および粒子の濃度減衰から求めた相当換気回数を Fig. 2 に示す。閉め切った状態で換気設備を稼働させない場合、避難所 A および避難所 B の体育館の相当換気回数は、それぞれ 0.067 /h および 0.035 /h であった (高さ 150 cm)。施設 A では、窓開けにより 0.72 /h に、換気設備の稼働により 0.41/h に、窓開けおよび換気設備の稼働の両者により 1.1 /h に増加した。施設 B では、左上および右下の窓を 5 cm ずつもしくは 10 cm ずつ開けても、0.28 /h もしくは 0.37 /h にしか増えなかったが、左右の上の窓を 10 cm ずつ開けると 1.6 /h に、全ての窓を 10 cm ずつ開けると 1.7/h に増加した。

粒子の濃度減衰から求めた相当換気回数は、ほとんどのケースで高さ別に違いはみられなかったが、避難所 B の体育館で全ての窓を開けた場合のみ、高いほど相当換気回数が小さくなる傾向が見られた。また、粒子の相当換気回数は、CO₂ の相当換気回数より大きく、さらに粒径が大きくなるほど大きかった。粒子が大きいくほど沈着による粒子濃度減衰の寄与が大きくなるためと考えられる。

4. 考察

換気回数が最大になる条件で運用した場合、30 m³/人/h の換気量を維持するためには、体育館 A および体育館 B で 137 人および 221 人が定員となる。東京都では、避難所開設時に 1.65 m²/人で人を入れることを想定して避難所の計画を策定しており、今回測定した体育館に当てはめると、283 人および 295 人が避難する計画となっている。体育館以外の部屋についても、換気装置の稼働や窓開

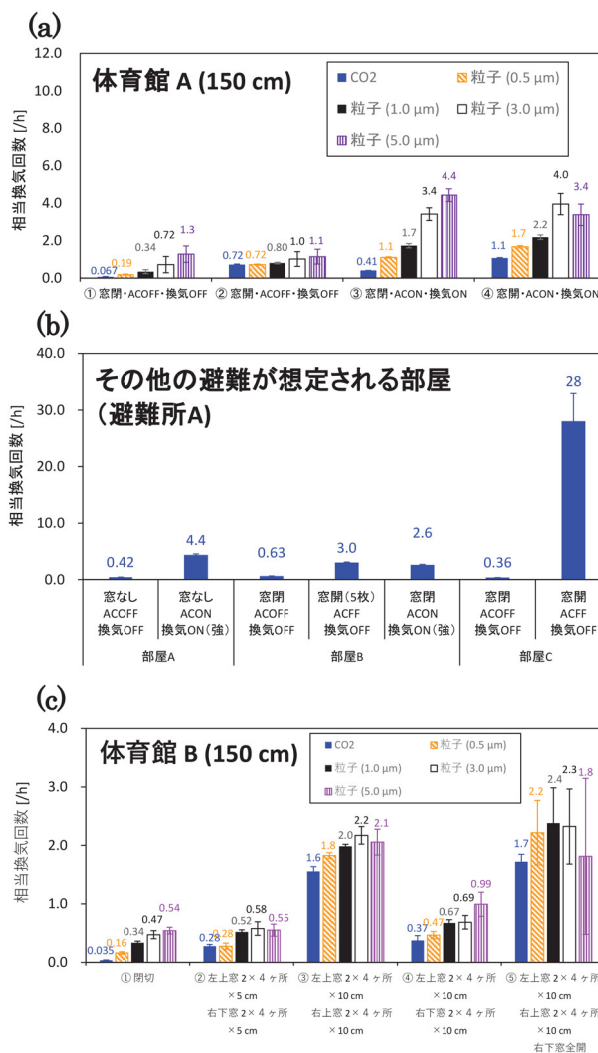


Fig. 2 Air exchange rates measured in (a) Gymnasium A; (b) other room in Shelter A; (c) Gymnasium B.

けによって換気回数は大きくなるが、30 m³/人/h の換気量を維持するためには、想定半分程度しか入れない実際に避難場が開設されるときには、人体から発生する熱により、今回の調査時よりも室内外温度差が大きくなるため、換気回数は大きくなると考えられるが、想定通りの人数が利用する場合には、仕切りテントや空気清浄機の活用などにより感染リスクの低減を図ることが望ましい。

このことから、空気清浄機の活用などにより感染リスクの低減を図ることが望ましい。

謝辞 本研究は、公益財団法人 JKA の補助事業「2020 年度 幸せに暮らせる福祉社会を創る活動 (緊急支援) 補助事業」により実施した。