

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

旅館業法及び興行場法の施設における感染防止対策等を含む衛生管理の推進のための研究
シネマコンプレックス室内微生物環境の評価

研究分担者 柳 宇 工学院大学 建築学部 教授
研究代表者 開原 典子 国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部 上席主任研究官

研究要旨

シネマコンプレックスにおける室内生菌と BP の測定結果から、2024 年夏期に付着真菌が多く検出された J 映画館では 2025 年夏期においても同様の傾向が認められた。落下細菌および落下真菌はいずれの測定時期（2024 年夏期、2025 年冬期および夏期）においても 10 cfu/(皿・h)以下であった。また、BAS の測定値から推定したスクリーン 1 およびスクリーン 2 の映画上映中の浮遊細菌濃度の平均値は、それぞれ 129 cfu/m³ と 171 cfu/m³ であった。

A. 研究目的

近年導入が進む 4D 映画館において、上映中の浮遊微粒子、浮遊細菌・真菌、および付着細菌・真菌の測定結果が報告されている。しかし、日本に多数存在する従来型のシネマコンプレックスにおける上映中の室内環境に関する実態データは依然として不足している。特に、映画館内の微生物汚染を適切に評価するためには上映中の浮遊微生物測定が望ましいが、測定機器の動作音が観客の鑑賞に影響を及ぼすため、実施は困難である。このため、従来は落下菌法による評価が行われてきたが、本手法は簡便である一方、空調・換気による気流の影響を受けやすく、浮遊菌の実態を正確に反映しないという課題がある。

本研究では、映画館内の微生物実態を調査するとともに、上映時にバイオエアロゾルセンサ（BAS）を用いた測定を実施した。さらに、その測定値に基づき浮遊細菌濃度の推定を行った。

B. 研究方法

2024 年夏期に、東京都 F 映画館、静岡県 G 映画館、鹿児島県 H 映画館、岡山県 I 映画館、広島県 J 映画館、愛知県 K 映画館、神奈川県 L 映画館の計 7 館において室内環境測定を実施した。

また、夏期に浮遊微生物濃度および落下・付着微生物量が特に高かった F、H、J の 3 館については、2025 年冬期（2 月）にも同様の測定を実施した。

さらに、これらのうち特に付着真菌数が多かった J 映画館については、2025 年夏期にも追加測定を行い、経年変化特性について検討した。

B1. 落下細菌・真菌

落下細菌には SCD 培地、落下真菌には DG18 培地を使用した。測定位置はスクリーン前方の座席および後方座席横の床面とし、映画上映開始時から 1 時間ばく露を行った。培養条件は、SCD 培地は 32℃で 2 日間、DG18 培地が 25℃で 5 日間とした。

B2. 付着細菌・真菌

人の歩行の影響を避けるため、各映画の上映終了後に、落下菌測定箇所周辺の座席下の床面から、デガダーム・トランスペアレント・ドレッシングテープ（面積：23 cm²）を用いて付着微生物を採取した。採取したテープは実験室に持ち帰り、SCD および DG18 培地へ転写し、それぞれ上記と同条件で培養した。

B3. 浮遊細菌・真菌

浮遊細菌および浮遊真菌は映画上映中に測定できなかったため、上映前後にスクリーン前方および後方にて、バイオサンプラ（MBS-1000）を用いて1分間（100 L）のエアサンプリングを実施した。使用培地および培養条件は落下・付着菌と同様である。

B4. バイオエアロゾル粒子

前述の落下細菌の1時間測定に合わせて、BASによる1分間隔の連続測定（計1時間）を実施した。

C. 研究結果

C1. 落下細菌・落下真菌

落下細菌および落下真菌の測定結果を図1に示す。2024年夏期および2025年冬期・夏期のいずれにおいても、全体として落下菌数は10 cfu/(皿・h)以下であった。また、冬期と比較して夏期の方が落下菌数は若干多くなる傾向が確認された。

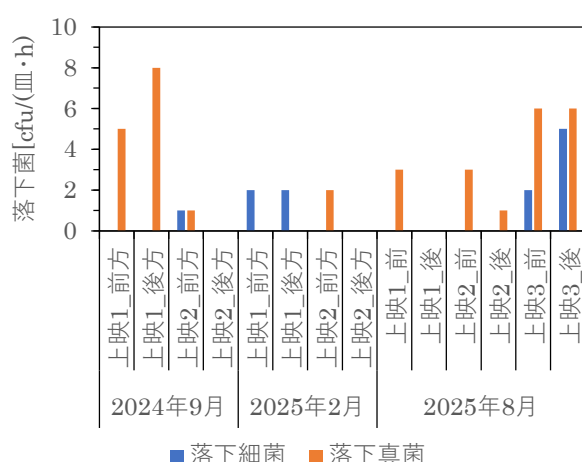


図1 J映画館の落下細菌と落下真菌

C2. 付着細菌・付着真菌

図2に付着細菌の測定結果を示す。2025年夏期には高い値を示す傾向が確認され、最大値は610 cfu/(23cm²)であった。一方、それ以外では、全体として200 cfu/(23 cm²)以下であった。

図3に付着真菌の測定結果を示す。2025年8月には高い値が多く見られ、最大値は2033 cfu/(23cm²)であった。また、冬期と比較して夏期の

方が付着真菌数は多くなる傾向が確認された。最大値を示した試料では、Yeastが優占的に検出されたほか、2024年夏期と同様に *Wallemia* 属が多く検出された。一方、2024年夏期には *Aspergillus* 属が多く検出されたが、2025年夏期では低い値であった。

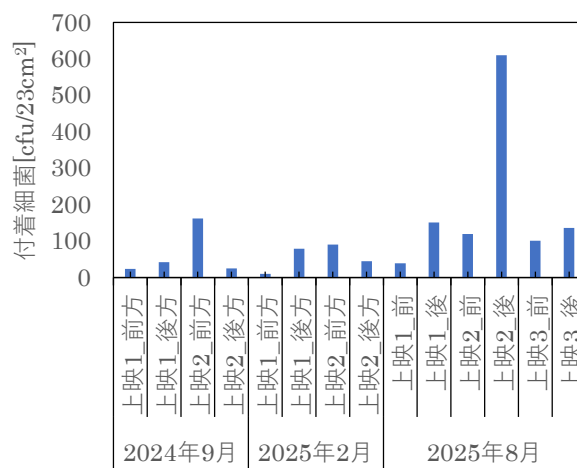


図2 J映画館の付着細菌

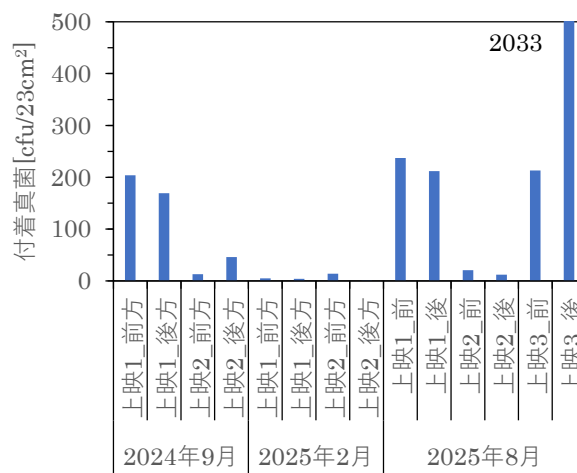


図3 J映画館の付着真菌

C3. 浮遊細菌・浮遊真菌

前述の通り、浮遊菌測定用サンプラは作動音が大きいいため、映画上映中の測定は実施できなかった。ここでは参考として、映画上映前後におけるスクリーン前方および後方の浮遊細菌濃度および浮遊真菌濃度の測定結果を図4と図5に示す。

浮遊細菌については、冬期より夏期の方が高濃度を示す傾向が確認された。浮遊真菌についても

同様の傾向が確認された。また、2024 年夏期と 2025 年夏期の間には濃度差が大きいことが確認された。

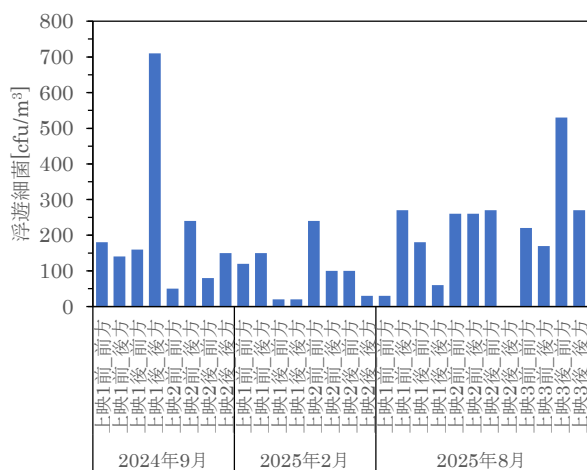


図 4 J 映画館の浮遊細菌

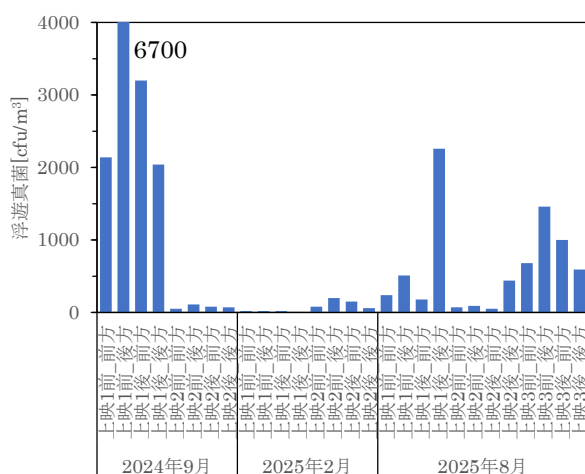


図 5 J 画館の浮遊真菌

C4. バイオエアロゾル粒子

2025 年 8 月の測定では、初めて BAS を用いてスクリーン 1 (S1) およびスクリーン 2 (S2) を対象に測定を行った。両スクリーンの概要は以下に示す通りである。

S1 上映時間：8:10–10:20、規模：130 席

S2 上映時間：10:50–13:35、規模：310 席

図 6 に S1、図 7 に S2 における粒径別 BP 濃度の測定結果を示す。

S1 では、映画上映前に 1.0–2.0 μm 、2.0–5.0 μm 、特に >5.0 μm の BP 濃度が大きく変動し、

上映中より高い濃度を示した。S2 においても同様の傾向が見られ、映画上映前に 1.0–2.0 μm 、2.0–5.0 μm 、特に >5.0 μm の BP 濃度が大きく変動し、上映中より高い濃度を示した。また、席数の多い S2 では、>1.0 μm の BP 濃度は S1 と比較して顕著に高かった。

図 8 に S1 および S2 における上映前および上映中の総 BP 濃度の分布と検定結果を示す。各群間の差の有意性を検討するため、統計ソフト IBM SPSS Statistics Ver. 29 を用いてマン・ホイットニーの U 検定を実施した。図 8 に示す通り、両スクリーンにおいて上映前の BP 濃度は上映中と比較して有意に高かった。また、S2 では、上映前および上映中のいずれにおいても S1 より BP 濃度が高い結果となった。

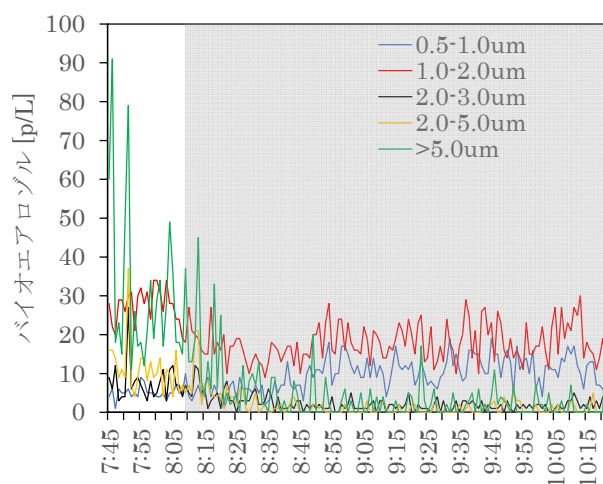


図 6 S1 映画上映中の BP 濃度の経時変化

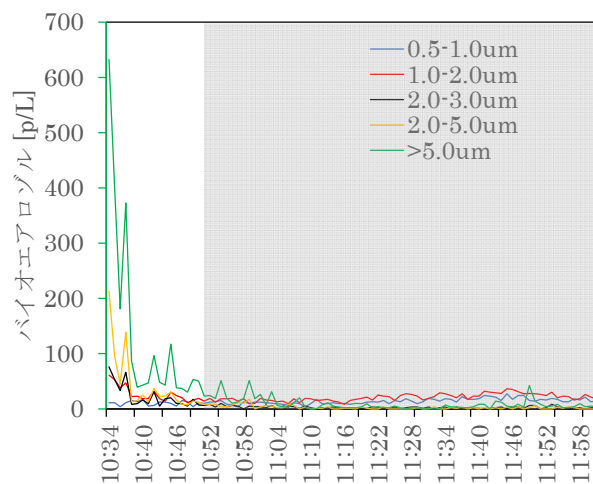


図 7 S2 映画上映中の BP 濃度の経時変化

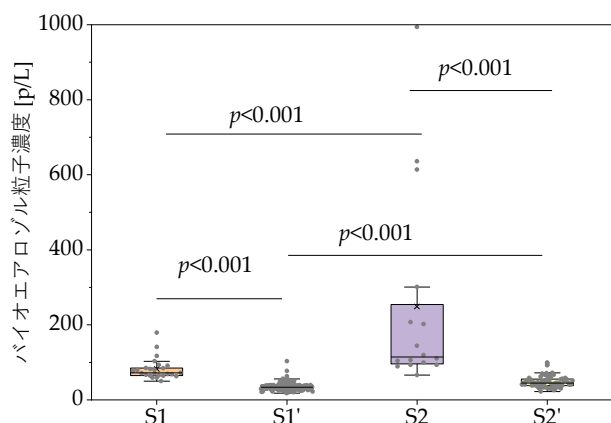


図8 スクリーン上映前(S1、S2)と上映中(S1'、S2')のバイオエアロゾル濃度分布

D. 考察

落下菌について、落下細菌よりは落下真菌が少し多いが、両方とも 10 cfu/(皿・h)以下であった。日本においては、映画館に関する落下菌の基準はない。学校の設計規準は落下細菌と落下真菌がともに 10 cfu/(皿・5 分)以下、食品工場落下菌（細菌と真菌を分類せず）は 30 cfu/(皿・20 分)以下、化粧品工場と医薬品工場は 20 cfu/(皿・10 分)以下⁶⁾に比べると、本研究の測定結果は低い値を示している。これは、測定は映画上映時間であるため、人の動きは殆どなく、多くの浮遊菌は空調・換気の気流によって還気口に流れていたと考えられる。

付着菌については、食品工場の 30 cfu/(25cm²)以下、化粧品工場と医薬品工場の 25 cfu/(25cm²)以下⁶⁾に比べると、本研究の結果では顕著に多かった。これは、食品工場、化粧品工場、医薬品工場は清潔環境（クリーンルーム）であり、床面の衛生管理がなされているため、付着菌の基準値は低く設定されている。本研究調査の対象は興行場に分類される映画館であり、その付着菌が多かったと思われる。また、季節別では、冬期より夏期の付着菌量が多かった。さらに、例えば、2025 年夏期に屋外空中から検出されなかった *Wallemia* 属真菌は床面に多く付着しており、上映前後の浮遊菌の測定結果でも優占菌であることから、床面

堆積している真菌は空中へ飛散したものと推察される。写真 1 に培地の例を示す。

柳らの既往研究では、BAS による測定値 X と培養法による浮遊細菌濃度 Y の間に、以下の関係が報告されている⁵⁾。

$$Y=0.0038X \quad (1)$$

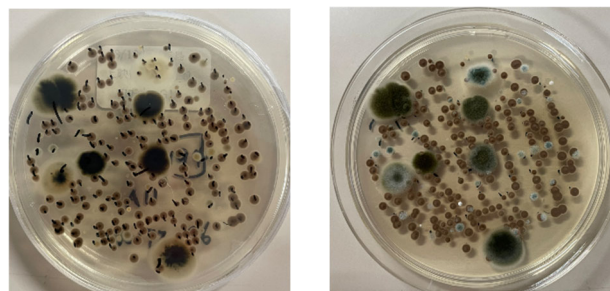


写真 1 付着真菌(左)と浮遊真菌(右)

式 (1) を用いて算出した S1 および S2 における映画上映前および上映中の浮遊細菌濃度の予測値を図 9 に示す。上映前の予測値の中央値はそれぞれ 274 cfu/m³ と 435 cfu/m³ であり、浮遊細菌の実測値 (30 cfu/m³ および 260 cfu/m³) の約 9 倍と 1.7 倍であった。この差の一因として、予測値は約 20 分間の平均値に基づいて算出されたのに対し、実測値はそのうちの 1 分間の測定値であることが影響していると考えられる。また、式

(1) を用いて算出した S1 および S2 における映画上映中の浮遊細菌濃度の中央値は、それぞれ 129 cfu/m³ と 171 cfu/m³ であった。

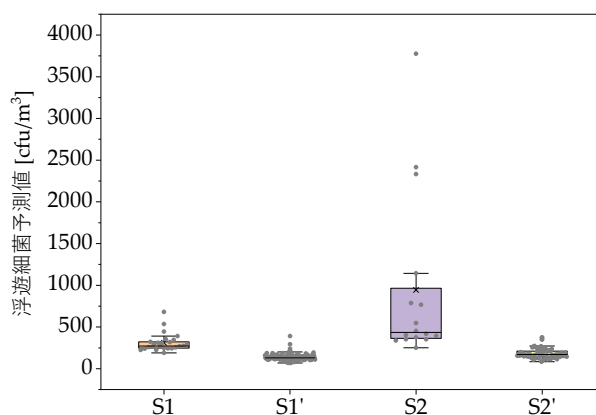


図9 映画上映前(S1、S2)と上映中(S1'、S2')室内浮遊細菌濃度推測値

E. 結論

シネマコンプレックスにおける室内生菌および BP の測定結果から、以下の知見が得られた。

- 1) 2024 年夏期に付着真菌が多く検出された J 映画館において、2025 年夏期においても同様の傾向が確認された。
- 2) 落下細菌および落下真菌は、2024 年夏期、2025 年冬期および夏期のいずれにおいても 10 cfu/(皿・h)以下であった。
- 3) BAS の測定値から推定した S1 および S2 の映画上映中の浮遊細菌濃度は、それぞれ 129 cfu/m³と 171 cfu/m³であった。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 柳 宇、開原典子：シネマコンプレックス映画上映時の微生物汚染の実態。空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集、第 7 巻、97-100. 2025.
- 2) 開原典子、柳 宇、林 基哉、戸次加奈江：中規模映画館の観覧場における温度・相対湿度・二酸化炭素濃度の実態調査。2025 年室内環境学会学術大会講演要旨集。198-199. 2025.
- 3) 篠田佳希、柳 宇、開原典子：映画館シアター内における上映中の微生物環境の実態。2025 年室内環境学会学術大会講演要旨集。302-303. 2025.
- 4) Yanagi, U, Fukushima, N., Nagai, H., Ye, H.; Kano, M. Bioaerosol Sensor for In Situ Measurement: Real-Time Measurement of Bioaerosol Particles in a Real Environment and Demonstration of the Effectiveness of Air Purifiers to Reduce Bioaerosol Particle Concentrations at Hot Spots. *Atmosphere*. 2023. 14, 1656.

3. 総説

- 1) 柳 宇：映画上映中シアター内の微生物の実態、ビルと環境、No.191、13-21、2025.10. ISSN 0918-5615.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) Dillon C. Adam, et al. Risk of within-hotel transmission of SARS-CoV-2 during on-arrival quarantine in Hong Kong: an epidemiological and phylogenomic investigation. *The Lancet Regional Health - Western Pacific*. 2023;33: 100678.
- 2) Hsin-Yi Wei, et al. Transmission of SARS-CoV-2 through Floors and Walls of Quarantine Hotel, Taiwan. *Emerging Infectious Diseases*. 2022; 28(12).
- 3) Merrill LIM, et al. Possible inter-room aerosol-mediated COVID-19 transmission in a quarantine hotel: A case study. *Building and Environment*. 2026; 114442
- 4) Yanagi, U. et al. Real-Time Measurement of Bioaerosol Particles in a Real Environment and Demonstration of the Effectiveness of Air Purifiers to Reduce Bioaerosol Particle Concentrations at Hot Spots. *Atmosphere*. 2023. 14, 1656.
<https://doi.org/10.3390/atmos14111656>.
- 5) Wong, SC, et al. Transmission of Omicron (B.1.1.529) - SARS-CoV-2 Variant of Concern in a designated quarantine hotel for travelers: a challenge of elimination strategy of COVID-19. *The Lancet Regional Health - Western Pacific*. 2022;18: 100360.
- 6) 日本建築学会：微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理規準・同解説 AIJES-A0002-2013。