

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K13881

研究課題名（和文）蒸暑地域におけるアースピットの真菌叢の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the Fungal Flora in the Geothermal Utilization Pit in Hot-Humid Area

研究代表者

松鷲 さとみ（松鷲さとみ）（MATSUU, Satomi）

鹿児島大学・理工学域工学系・助教

研究者番号：10713349

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、これまで日本建築学会環境基準（AIJES-A008-2013）に則った方法で、アースピットを有する建築物において、空中浮遊菌サンプラーを使用して浮遊真菌を採取し、解析を行った。その結果以下の知見が得られた。

（1）空中浮遊菌サンプラーで測定した浮遊真菌濃度は、全ての測定点で日本建築学会基準（維持管理基準：50CFU/m<sup>3</sup>）を超えていた。特に、アースピット内は外気よりも高濃度で、1/0（室内濃度/外気濃度）比は10倍以上ととても高かった。（2）アースピット内の温湿度環境は、冬期以外は真菌の増殖に適した環境となっていた。（3）アースピット内では、毒素産生菌を検出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、日本建築学会基準（AIJES-A0008-2013）に則った方法でアースピットを有する建物で空中浮遊菌サンプラーを用いて浮遊真菌を採取し、これらを市販のDNA抽出法・PCR法解析キットを用いて遺伝子解析を行い、真菌菌種を同定した。

その結果、（1）菌種が同定されたサンプルのうち、Cladosporium属、Penicillium属、Aspergillus属が優勢であった。（2）毒素産生真菌が複数検出された。このうち1種は、外気とアースピット内の両方で確認されており、外気導入でアースピット内に入り、生育したことが推測された。（3）アースピット内の真菌汚染には今後とも注意が必要である。

研究成果の概要（英文）：In this study, airborne fungi samplers were used to collect and analyze airborne fungi in buildings with ground pits, in accordance with the Environmental Standard of the Architectural Institute of Japan (AIJES-A008-2013) to date.

The following findings were obtained. (1) Suspended fungal concentrations measured by the airborne fungi sampler exceeded the AIJ standard (maintenance management standard: 50 CFU/m<sup>3</sup>) at all measurement points. In particular, the concentration in the earth pit was higher than that in the outside air, and the 1/0 (indoor concentration/outside air concentration) ratio was more than 10 times higher. (2) The temperature and relative humidity in the earth pit were suitable for fungal growth except in winter. (3) Toxin-producing fungi were detected in the earth pit.

研究分野：建築設備、衛生工学

キーワード：微生物 地中冷温熱 真菌 PCR カビ毒

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、省エネルギーを目的として、パッシブシステムや建築設備機器の高効率化等の様々な手法が採用されている。その中でも、地中熱利用外気導入システムは、「アースピット」など呼ばれ、再び注目されており、近年では多くの建築物で導入されている。

申請者は、これまでに福岡県北九州市内にある地中熱外気導入システムを採用した建物において、浮遊微生物濃度と温湿度の実測調査を行い、以下のことを明らかにした。

- 1) 地中熱利用外気導入システム内は外気よりも浮遊微生物濃度が高濃度となること。
- 2) 居室内も日本建築学会規準を上回る浮遊微生物濃度となること。
- 3) 冷房期間中の地中熱外気利用導入システム内の平均相対湿度は80%、危険湿度出現率(相対湿度70%以上が継続された時間の割合)は85%となり、特に梅雨期間(7月~8月上旬)中の危険湿度出現率は100%で、高湿度環境が続いていたこと。
- 4) 地中熱利用外気導入システム内に、結露や高湿度対策として敷設されたセラミックス系調湿・脱臭材は、2年半という比較的短期間で微生物に汚染されていたこと。
- 5) エアフィルタによる浮遊真菌濃度の低減効果は確認できたが、それでも年間を通して日本建築学会の維持管理規準濃度を超えること。

さらに、申請者が調査を行った蒸暑地域である鹿児島県内に設置されたアースピットでは、以下の問題が発生している。

- 1) アースピット内部、およびアースピットより外気導入を行った空調システムの室内で、異臭(カビ臭)が発生すること。
- 2) アースピット内部、およびアースピットを経由する空調システムの異臭により、居住者から多くの苦情、さらに複数名の居住者が体調不良を訴えていること。
- 3) 夏季(6月~9月)におけるアースピット内部の浮遊真菌濃度は、最高で5800~9200CFU/m<sup>3</sup>と極端に高濃度であり、アースピット内部と外気の浮遊真菌濃度の比(I/O比)も、2.4~3.3と高いこと。
- 4) アースピット内および室内の浮遊真菌から、日和見感染症の原因となる *Paecilomyces lilacinus*、真菌毒を産出する *Penicillium citrinum* 等が分離されたこと。

これまでの研究は、管理者や居住者等から苦情はなく、特に問題のないアースピットを対象としたものである。また、居室およびアースピット内の浮遊微生物濃度に着目した研究が多く、浮遊微生物の種類(菌種)は不明である。ゆえに、「どのような微生物にどの程度汚染されているのか」、「微生物汚染が居住者の健康にどの程度影響するのか」は不明ため、汚染状況の正確に評価することが困難という課題がある。

2. 研究の目的

本研究では、以下の2つの目的で研究を行った。

- 1) 蒸暑地域に設置されたアースピット内の微生物汚染の状況を明らかにする。
- 2) アースピットで空気質汚染を引き起こす真菌の菌種と病原性の有無を明らかにする。

表1 衝突 - 培養法の測定条件

項目	詳細条件
測定機器	携帯型エアサンプラー BIO SAMP MBS-1000(ミドリ安全株式会社製)
培地	DG-18培地(クロラムフェニコール100mg/L添加) (関東化学株式会社製)
培養条件	25 7日間
吸引空気量	50L、100L
測定箇所	地下ピット 外気 ピット吹き出し 1-2階踊り場 2-3階踊り場 チムニー 講義室(吸引量100Lのみ) 事務室(吸引量100Lのみ)

表2 濾過捕集法の測定条件

項目	詳細条件
測定機器	ローボリュームサンプラー Gillian Air-Con-II Air Sampling Pump (日本カノマックス株式会社製)
フィルタ	セルローズ混合エステルメンブレンフィルタ 0.8μm孔径・47 mm (アドバンテック東洋株式会社製)
設置高さ	地面若しくは床面から1.0~1.5m
吸引空気量	20L/min × 4時間 (Total: 4.8m <sup>3</sup> )
測定箇所	地下ピット 外気
希釈液	滅菌済リン酸緩衝生理食塩水 (ナカライテック株式会社製)
フィルタ洗浄液 (菌回収液)	滅菌済リン酸緩衝生理食塩水(希釈液)に グリセリン30vol%添加
希釈率	1倍(原液)、10倍、100倍
培地	DG-18培地(クロラムフェニコール100mg/L添加) (関東化学株式会社製)
培養条件	25 7日間

表3 DNA抽出およびPCR法の諸条件

内容	詳細条件
巨大培養	ポテトデキストロース寒天培地に接種後 25 度4日~7日間培養
DNA抽出	試薬: MightlyPrep reagent for DNA (タカラバイオ株式会社製) 条件: ドライバス95 /10分間 遠心分離機に4 /12000rpmを2分間 Fungal rDNA (ITS1) PCR Kit Fast (タカラバイオ株式会社製)
PCR増幅	試薬: 94 /5sec 50 /1sec 68 /6secを30サイクル
DNA精製	試薬: NucleoSpin Gel and PCR Clean-up (タカラバイオ株式会社製)
DNAシーケンス (Xterminator法)	試薬 A: 精製済DNA希釈液 Reaction Mix 32倍希釈 (Thermo Fisher Scientific, Inc.) Sequencing Primer ITS1(F/R) (タカラバイオ株式会社製)
	試薬 B: 滅菌蒸留水 SAM Solution (Thermo Fisher Scientific, Inc.製) BigDye Xterminator Solution (Thermo Fisher Scientific, Inc.製)
	試薬 A: 試薬Aを全て混ぜた後、PCRで 96 /2min 96 /10sec 50 /5sec 60 /4min を35サイクル
	試薬 B: 条件Aの後に試薬Bを混ぜ、Vortexで15分間攪拌した後、 遠心分離機に25 /3800rpmを2分間
シーケンス解析	両鎖解析
塩基配列情報の解析	BLAST検索で、相同性検索を実施

近年、アースピットの省エネルギー性が注目を浴び、安易にアースピットを採用する建物が増えている。この数年で、アースピットを導入した建物の空気質に関する知見が増えたが、アースピット内における微生物汚染のメカニズムや、根本的な解決法は不明なままである。そのため、今後様々な問題が顕在化すると思われる。

本研究では、既に問題が顕在化した施設を調査することで、アースピット内における微生物汚染原因の解明、汚染が発生した場合の解決手法、設計および維持管理において考慮すべき点等を、設計者や建築技術者などにフィードバックすることで、省エネルギーと室内環境の両立を考えるきっかけになると思い、研究を行った。

### 3. 研究の方法

本研究は、鹿児島県内にある、アースピットを採用した施設を対象に、アースピット内で発生している微生物の濃度、真菌の属・種の分類を行った。対象施設は、夏季に結露や臭気が発生しているアースピットを有しており、空調システムでは異臭や結露が発生することを既に確認している。本研究の目的を達成するために、温湿度の測定、浮遊微生物濃度の測定、浮遊真菌の分類を実施した。

詳細を以下に示す。

A) 浮遊微生物濃度の測定：日本建築学会規準<sup>1)</sup>の測定法（衝突-培養法）に則った空中浮遊菌サンプラー（MBS-1000）と、メンブレンフィルターをセットした浮遊菌捕集装置（Air Con II 他）を用い、室内・外気およびピット内の空気を捕集した。捕集した微生物をインキュベータで培養し、この結果より浮遊微生物濃度を算出した。

表1に衝突-培養法の測定条件を、表2に濾過捕集法の測定条件を示す。

B) 真菌の分類：衝突-培養法で捕集したコロニーから特徴的な真菌を5個程度、集落性状を確認するため、捕集した真菌を新たに植え継ぎ単離培養を行った。市販されている試薬（MightyPrep reagent for DNA、Fungal rDNA(ITS1) PCR Kit Fast、NucleoSpin Gel and PCR Clean-up 他）を用いてDNA抽出、PCR増幅産物によるシーケンス解析を行い、得られたDNAの塩基配列情報を、アメリカ合衆国国立衛生研究所内にある国立生物工学情報センターで運営されているシーケンス用プログラム（BLAST）により、相同性検索を行い菌種の特定を行った。表3に解析の概要および諸条件を示す。

C) 温湿度の測定：小型温湿度計（おんどとり RTR-503）を用いて、室内・外気およびアースピット内の温湿度を計測する。これにより、アースピットおよび居室内の基本的な温熱環境を把握した。

### 4. 研究成果

A) 浮遊微生物濃度の測定結果

衝突-培養法による浮遊真菌濃度の測定結果を表4に、濾過捕集法による浮遊真菌濃度を表5に示す。

日本建築学会の室内の維持管理基準濃度（衝突-培養法）<sup>2)</sup>は50CFU/m<sup>3</sup>である。表4より、この基準未満であるのは、2019年2月、2020年2月の事務室と講義室のみである。また、地下ピ

表4 衝突 - 培養法の浮遊真菌濃度測定結果

(CFU/m <sup>3</sup> )	地下ピット	外気	ピット吹出し	1-2階踊り場	2-3階踊り場	チムニー	講義室	事務室
2018年7月	5386.7	266.7	706.7	853.3	420.0	986.7	1253.3	246.7
2019年2月	613.3	93.3	46.7	226.7	126.7	73.3	30.0	43.3
2019年6月	3783.3	493.3	326.7	320.0	253.3	273.3	136.7	83.3
2019年7月	22446.7	580.0	840.0	426.7	740.0	500.0	1290.0	436.7
2020年2月	228.3	128.3	93.3	75.0	53.3	163.3	30.0	23.3
2020年7月	21828.3	341.7	4603.3	3596.7	796.7	860.0	1163.3	270.0
2020年10月	800.0	270.0	605.0	N.D	N.D	386.7	200.0	N.D
2021年6月	3210.0	460.0	1408.3	423.3	396.7	718.3	296.7	126.7
2021年11月	3230.0	706.7	855.0	1140.0	950.0	1091.7	440.0	606.7
2022年6月	9240.0	513.3	1793.3	2306.7	676.7	360.0	766.7	423.3
2022年9月	4940.0	346.7	1760.0	640.0	293.3	273.3	310.0	173.3

表5 濾過捕集法の浮遊真菌濃度の測定結果

(CFU/m <sup>3</sup> )	地下ピット	外気
2021年6月	2506.7	3116.7
2021年11月	6666.7	3333.3
2022年6月	4167.0	200.0
2022年9月	2667.0	267.0

表6 2019/2/21 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	
事務室	1	<i>Phaeosphaeria oryzae</i>	1
事務室	5	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
ピット吹出口	2	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
ピット吹出口	5	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
2-3階踊り場	2	<i>Curvularia inaequalis</i>	1
2-3階踊り場	3	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
2-3階踊り場	4	<i>Pestalotiopsis oryzae</i>	1
2-3階踊り場	5	<i>Leptosphaeria microscopica</i>	1
地下ピット	3	<i>Aspergillus sydowii</i>	1
地下ピット	4	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
外気	1	<i>Botrytis cinerea</i>	1
外気	2	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
外気	3	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
外気	4	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
チムニー	1	<i>Talaromyces amestolkiae</i>	1
チムニー	2	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
チムニー	3	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
チムニー	4	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
チムニー	5	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	1
1-2階踊り場	1	<i>Epicoccum sorghinum</i>	1
1-2階踊り場	3	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
1-2階踊り場	4	<i>Aspergillus versicolor</i>	2

表7 2019/6/5 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	
ピット吹出口	1	<i>Pestalotiopsis vismiae</i>	1
ピット吹出口	2	<i>Aspergillus tabacinus</i>	1
ピット吹出口	3	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
外気	1	<i>Pestalotiopsis vismiae</i>	1
外気	2	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
外気	3	<i>Pestalotiopsis vismiae</i>	1
外気	5	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
1-2階踊り場	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
1-2階踊り場	2	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
1-2階踊り場	4	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
地下ピット	3	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
地下ピット	5	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
チムニー	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
チムニー	3	<i>Microdochium phragmitis</i>	1
チムニー	4	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	1
講義室	2	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
講義室	4	<i>Cladosporium perangustum</i>	1
講義室	5	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
事務室	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
事務室	4	<i>Pestalotiopsis vismiae</i>	1
事務室	5	<i>Penicillium westlingii</i>	1
2-3階踊り場	1	<i>Cladosporium perangustum</i>	1
2-3階踊り場	2	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
2-3階踊り場	3	<i>Penicillium herquei</i>	1
2-3階踊り場	4	<i>Microdochium phragmitis</i>	1

ットは外気よりも常に高濃度であり、最大で外気の63.9倍(2020年7月)であった。常に外気濃度よりも低いのは事務室だけであり、これは常時機械換気が行われ、フィルタによる除去効果があったためと思われる。

表5より、濾過捕集法では、衝突-培養法ほどの浮遊真菌濃度ではないが、比較的高い値であった。これは、衝突-培養法が0.5~1分の捕集時間に対し、濾過捕集法の捕集時間は4時間と長いため、時間によるばらつきがおさめられた結果と思われる。こちら。2021年6月以外は地下ピットが外気よりも最大で20.8倍高濃度であり、地下ピットが真菌に汚染されていたことが明らかになった。

#### B) 真菌の分類

浮遊および付着真菌の遺伝子解析結果を表3に示す。「Forward / Reverse」は、BLASTによる相同性検索結果が一致率95%以上のうち上位にあるものを、「FR完全一致」は、相同性検索結果がForward / Reverseともに一致率95%以上のうち最上位となる組み合わせである。今回は紙面の都合上、相同性解析で両鎖とも解析結果が一致したサンプルのみを記載した。

表6に2019年2月21日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2019年2月21日分は、23検体が解析でき、*Cladosporium* 属が優勢であった。特に、*Cladosporium cladosporioides*が多く見られた。また、2018年7月同様に1-2階踊り場からカビ毒産生菌である *Aspergillus versicolor* が検出された。*Aspergillus versicolor* は、環境中で見られる菌種であるが、カビ毒のステリグマトシスチンを産生するため、注意が必要である。

表7に2019年6月5日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2019年6月5日分は、25検体が解析でき、*Cladosporium* 属が優勢であった。特に、*Cladosporium tenuissimum*が多くの箇所で見出された。カビ毒産生菌では不検出であったが、特定の菌種が多くの箇所で見出されたため、注意が必要と思われる。

表8に2019年7月29日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2019年7月29日分は、同率2種類が多いものの34検体が解析でき、*Cladosporium* 属が11種、*Penicillium* 属が6種、*Aspergillus* 属が5種の3属が優勢であった。カビ毒産生菌は、*Penicillium citrinum*と *Aspergillus ochraceus*の2種が複数箇所で見出された。*Penicillium citrinum* はシトリンを *Aspergillus ochraceus* はオクラトキシンAを産生する。今回、常時在室者のいる事務室で *Penicillium citrinum* が、外気導入を行う地下ピットで *Aspergillus ochraceus* が検出された。複数種類、複数箇所で見出されたため、注意が必要である。

表9に2020年2月20日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2020年2月20日分は、29検体が解析でき、今回も *Cladosporium* 属が14種、*Aspergillus* 属が8種、*Penicillium* 属が3種、の3属が優勢であった。カビ毒産生菌は、*Aspergillus flavus*、*Aspergillus versicolor*と *Penicillium expansum*の3種が見出された。*Penicillium expansum* はパツリンを *Aspergillus flavus* はアフラトキシン類というカビ毒を産生する。今回、外気導

表8 2019/7/29 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	備考
事務室	1	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
事務室	2	<i>Parengyodontium album</i>	1
事務室	3	<i>Penicillium steckii</i>	1
事務室	4	<i>Penicillium citrinum</i>	2
事務室	5	<i>Penicillium aeneum</i>	1
外気	1	<i>Bactrodera tryoni</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium xanthochromaticum</i>	1
外気	2	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
外気	2	<i>Cladosporium anthropophilum</i>	1
外気	3	<i>Penicillium citrinum</i>	2
外気	4	<i>Aureobasidium pullulans</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
チムニー	1	<i>Cladosporium anthropophilum</i>	1
チムニー	2	<i>Aspergillus gracilis</i>	1
チムニー	3	<i>Bactrodera tryoni</i>	1
チムニー	4	<i>Arthrinium arundinis</i>	1
2-3階踊り場	1	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
2-3階踊り場	2	<i>Aspergillus sclerotiorum</i>	1
2-3階踊り場	3	<i>Penicillium citrinum</i>	2
2-3階踊り場	5	<i>Lecanicillium fusisporum</i>	1
講義室	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
講義室	1	<i>Cladosporium anthropophilum</i>	1
講義室	2	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
講義室	3	<i>Parengyodontium album</i>	1
講義室	5	<i>Aspergillus gracilis</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Bactrodera tryoni</i>	1
ピット吹出口	2	<i>Penicillium citrinum</i>	2
ピット吹出口	3	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
ピット吹出口	3	<i>Cladosporium anthropophilum</i>	1
ピット吹出口	4	<i>Cladosporium anthropophilum</i>	1
ピット吹出口	4	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
地下ピット	1	<i>Aspergillus ochraceus</i>	2
地下ピット	1	<i>Aspergillus westerdijkiae</i>	1
地下ピット	2	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	3	<i>Parengyodontium album</i>	1
地下ピット	4	<i>Aspergillus tabacinus</i>	1
1-2階踊り場	1	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1
1-2階踊り場	2	<i>Aspergillus ochraceus</i>	2
1-2階踊り場	2	<i>Aspergillus westerdijkiae</i>	1
1-2階踊り場	3	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	1
1-2階踊り場	4	<i>Curvularia trifoli</i>	1
1-2階踊り場	5	<i>Aspergillus versicolor</i>	1

表9 2020/2/20 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	
チムニー	2	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
1-2階踊り場	1	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
1-2階踊り場	2	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
1-2階踊り場	5	<i>Penicillium vanoranjei</i>	1
ピット	1	<i>Aspergillus flavus</i>	2
ピット	2	<i>Aspergillus salwaensis</i>	1
ピット	3	<i>Cladosporium pseudochalastosporeoides</i>	1
ピット	4	<i>Aspergillus versicolor</i>	2
ピット	6	<i>Aspergillus brunneus</i>	1
事務室	1	<i>Cladosporium pseudochalastosporeoides</i>	1
事務室	2	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
事務室	4	<i>Arthrinium jiangxiense</i>	1
2-3階踊り場	1	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
2-3階踊り場	2	<i>Penicillium kongii</i>	1
2-3階踊り場	3	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
2-3階踊り場	4	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
2-3階踊り場	5	<i>Arthrinium jiangxiense</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Penicillium expansum</i>	2
ピット吹出口	2	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
ピット吹出口	3	<i>Aspergillus salwaensis</i>	1
ピット吹出口	4	<i>Aspergillus tabacinus</i>	1
ピット吹出口	5	<i>Aspergillus uvurum</i>	1
ピット吹出口	6	<i>Aspergillus salwaensis</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium halotolerans</i>	1
外気	2	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
外気	4	<i>Arthrinium esportense</i>	1
外気	5	<i>Botryotinia ranunculii</i>	1
講義室	1	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
講義室	2	<i>Cladosporium endophytica</i>	1

入を行う地下ピットで *Aspergillus flavus* と *Aspergillus versicolor* の2種類が検出されたため。注意が必要である。

表10に2020年7月22日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2020年7月29日分は、同率2種類が多いものの38検体が解析でき、今回も *Penicillium* 属が15種、*Cladosporium* 属が8種、*Aspergillus* 属が6種、の3属が優勢であった。カビ毒産生菌は、*Penicillium citrinum* はシトリニンが検出された。さらに、*Fusarium* 属菌が事務室から検出された。*Fusarium* 属菌の一部は、トリコテセン類、フモニシン類、ゼアラレノン等のカビ毒を産生する。今回、常時在室者のいる事務室で *Fusarium* 属菌が検出されたため。注意が必要と思われる。

表11に2020年10月15日捕集分の遺伝子解析結果を示す。

2020年10月15日分は、同率2種類があるものの23検体が解析でき、今回も *Penicillium* 属が5種、*Cladosporium* 属が6種、*Aspergillus* 属が7種、の3属が優勢であった。カビ毒産生菌は、*Aspergillus versicolor* と *Penicillium citrinum* が検出された。さらに、*Fusarium* 属菌がチムニーから検出された。

表6から表11より、カビ毒産生菌が複数種・複数回検出された。ほとんどが環境中で見られるカビ毒産生菌ではある。カビ自体は加熱などにより死滅するが、カビ毒は見た目では分からず、さらに熱に強いものもあり、除去することは難しい。このため、カビ毒産生菌の検出は注意が必要と考えている。

### C) 温湿度の測定

温湿度測定は、小型温湿度計を用いて温度と相対湿度を30分間隔で測定した。測定場所は、外気取り込み口、地下ピット、ピット吹出し、1階廊下、2階廊下である。

今回、紙面の都合上図を割愛するが、これまでの研究同様に6月から7月の地下ピット内の温熱環境は、好湿性真菌や耐乾性真菌の増殖に適した環境となっていた。実際に捕集された真菌の遺伝子解析結果でも好湿性真菌である *Cladosporium* 属や *Fusarium* 属、耐乾性真菌である *Aspergillus* 属や *Penicillium* 属などが多く検出された。これらのことから、今後はピット内の温熱環境の監視と真菌の増殖を注意しながら稼働する必要があると考える。

### \* 引用文献

- 1) 日本建築学会：「日本建築学会環境規準 浮遊微生物サンプリング法規準・同解説 (AIJES-A0008-2013)」, 丸善出版, 一般社団法人 日本建築学会, 2013.
- 2) 日本建築学会：「日本建築学会環境規準 微生物による室内汚染に関する設計・維持管理基準・同解説 (AIJES-A0002-2013)」, 丸善出版, 一般社団法人 日本建築学会, 2013.

表10 2020/7/22 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	備考
2-3階廊下	1	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
2-3階廊下	1	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
2-3階廊下	2	<i>Penicillium steckii</i>	1
2-3階廊下	5	<i>Penicillium citrinum</i>	2
講義室	1	<i>Penicillium citrinum</i>	2
講義室	2	<i>Alternaria alstroemeriae</i>	1
講義室	2	<i>Alternaria doliconidium</i>	1
講義室	3	<i>Penicillium citrinum</i>	2
講義室	4	<i>Penicillium steckii</i>	1
講義室	5	<i>Aspergillus sydowii</i>	1
チムニー	1	<i>Pestalotiopsis shorea</i>	1
チムニー	1	<i>Pestalotiopsis papuana</i>	1
チムニー	2	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
チムニー	2	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
チムニー	3	<i>Penicillium steckii</i>	1
チムニー	4	<i>Penicillium steckii</i>	1
チムニー	5	<i>Aspergillus uvarum</i>	1
チムニー	5	<i>Aspergillus japonicus</i>	1
地下ピット	1	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	2	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	3	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	4	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	5	<i>Aspergillus subramaninii</i>	1
1-2階廊下	1	<i>Penicillium steckii</i>	1
1-2階廊下	2	<i>Pestalotiopsis kenyana</i>	1
1-2階廊下	2	<i>Pestalotiopsis oryzae</i>	1
1-2階廊下	3	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
1-2階廊下	4	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
1-2階廊下	4	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
1-2階廊下	5	<i>Aspergillus melleus</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
外気	2	<i>Pestalotiopsis shorea</i>	1
外気	3	<i>Penicillium steckii</i>	1
外気	4	<i>Fusarium polyphialidicum</i>	1
外気	5	<i>Penicillium steckii</i>	1
事務室	1	<i>Cladosporium pseudochalastosporoides</i>	1
事務室	1	<i>Cladosporium ipereniae</i>	1
事務室	3	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
事務室	4	<i>Aspergillus protuberus</i>	1
事務室	5	<i>Fusarium pseudoanthophilum</i>	1
事務室	5	<i>Fusarium guttiforme</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Pestalotiopsis kenyana</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Pestalotiopsis oryzae</i>	1
ピット吹出口	2	<i>Penicillium steckii</i>	1
ピット吹出口	3	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
ピット吹出口	4	<i>Penicillium steckii</i>	1
ピット吹出口	5	<i>Aspergillus melleus</i>	1

表11 2020/10/15 捕集分遺伝子解析結果

捕集場所	FR完全一致	BSL	備考
地下ピット	1	<i>Penicillium steckii</i>	1
地下ピット	2	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
地下ピット	2	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
地下ピット	3	<i>Arthrinium chromolaenae</i>	1
地下ピット	4	<i>Aspergillus salwaensis</i>	1
地下ピット	5	<i>Penicillium steckii</i>	1
ピット吹出口	1	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
ピット吹出口	2	<i>Penicillium steckii</i>	1
ピット吹出口	3	<i>Aspergillus versicolor</i>	2
ピット吹出口	4	<i>Arthrinium chromolaenae</i>	1
ピット吹出口	5	<i>Fusarium kyushuense</i>	1
チムニー	1	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
チムニー	1	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
チムニー	2	<i>Penicillium citrinum</i>	2
チムニー	3	<i>Fusarium equiseti</i>	1
チムニー	4	<i>Aspergillus tabacinus</i>	1
チムニー	4	<i>Aspergillus griseoaurantiacus</i>	1
チムニー	5	<i>Aspergillus piperis</i>	1
チムニー	5	<i>Aspergillus costaricensis</i>	1
講義室	1	<i>Arthrinium paraphaeospermum</i>	1
講義室	2	<i>Cladosporium endophytica</i>	1
講義室	3	<i>Penicillium estingenum</i>	1
講義室	4	<i>Cladosporium chasmanthicola</i>	1
講義室	4	<i>Cladosporium welwitschicola</i>	1
講義室	5	<i>Aspergillus tabacinus</i>	1
講義室	5	<i>Aspergillus griseoaurantiacus</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium pseudochalastosporoides</i>	1
外気	1	<i>Cladosporium ipereniae</i>	1
外気	3	<i>Aspergillus sydowii</i>	1
外気	5	<i>Aspergillus versicolor</i>	2

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松鶴さとみ、二宮秀與
2. 発表標題 クール/ヒートピット設備における真菌叢に関する研究 第6報 2019年度実測調査と遺伝子解析
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松鶴さとみ、佐藤龍義、二宮秀與
2. 発表標題 クール/ヒートピット設備における真菌叢に関する研究 第5報 2018年度実測調査と遺伝子解析
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松鶴さとみ、佐藤龍義、二宮秀與
2. 発表標題 クール/ヒートピットにおける微生物汚染による室内空気汚染に関する研究 その4 2017-18年実測調査の概要
3. 学会等名 日本建築学会九州支部研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤龍義、松鶴さとみ、二宮秀與
2. 発表標題 クール/ヒートピットにおける微生物汚染による室内空気汚染に関する研究 その5 2017-18年の実測調査結果と解析
3. 学会等名 日本建築学会九州支部研究報告
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------