

# 実験手法による異なる空間形状におけるカビ付着状態調査\* — 建築空間と物理環境に関する研究 —

趙 翔\*\*

## An Investigation into the Mold Adhesion State in Different Spatial Shapes Using Experimental Methods — Study on Spatial Form and Physical Environment —

Xiang ZHAO\*\*

This study reproduced three different spatial forms of right angle, bevel and rounded angle, and put them into the same experimental environment in which the mold's been cultivated with same temperature, humidity and air flow. In this study, three preparatory experiments and two formal experiments had been conducted. The experimental results validated the basic assumption that acts as the point of departure of this study: "Even in the same environmental conditions of temperature, humidity, air flow, etc, the states of adhered molds in the surface of three different space forms are different." We can see the difference clearly at a glance from the Mold Adhesion Phenomenon V-graph. A weighted average calculation on adhesion number shows that the bevel form has the most mold adhesion number of approximate 2720 molds in diameter with about 1mm to 3mm; the right angle form takes the second place, it has approximate 2400 molds in diameter with about 1mm to 3mm (the size of most molds adhered in these two forms is distributed in the range from 1mm to 3mm). As for the rounded angle form, we can barely see the mold adhesion with naked eyes. A description with the unit of square centimeters is that the bevel form has 14.2 times the adhered mold number of the rounded angle form (i.e. 14.2 molds/cm<sup>2</sup>) and the right angle form has 12.5 times the adhered mold number of the rounded angle form (i.e. 12.5 molds/cm<sup>2</sup>).

As a circumstantial evidence, this study also conducted an experiment which replaced mold with a second kind of granular material. The aim of this experiment is to investigate the relationship between air flow and spatial form. It also indirectly proved the basic assumption as well as the point of departure of this study.

**Key Words** : environment protection, space, form, mold, adhesion  
環境保護, 空間, 形状, カビ, 付着

### 1、背景、目的及び射程

建築物の空間設計等の創造的活動に方法、資料や思考回路を提供することは、建築計画研究の目的の一つである。むろん、その中に空間の「形」に関する内容が多く、例えば規模やサイズに関する研究はそれである。これらの研究成果は、空間の「形」にかかわる問題を検討する建築設計活動では、設計の根拠として役に立つ。近年、環境問題への認識が次第に強まるなか、物理的な現象を切り口に空間の「形」を検討する設計活動も珍しくない。よく取り上げられる事例は、イギリスの建築家ノ

ーマン・フォスターが設計した「ガーキン」(スイス・リ本社)である(写真1-1)。ロンドンの金融街に位置するこの建築の主な設計コンセプトは、気流と建築形態間の物理的な環



写真1-1 建物ガーキン外観と周辺

境関係に着眼したことである(図1-1)(注1。この建築の敷地周辺にすでに多くの建築物が立ち並んでいるため、もし従来の幾何学的造形のコンセプトでビルを建て

\* 平成26年5月31日受付

\*\* 建築学科

ると、その地区の小気候にマイナス影響をもたらす恐れがある。最終的に設計者は円錐形状の建築形態を用いた。円錐形状の建築はこの狭くて建築物が密集している地区において、気流を最も順調に流させることができ、敷地周辺の小気候に与えるマイナス影響を最小限に抑え、建築空間自身の力で省エネと環境保護の効果が得られた。エネルギー問題の対策として、風、光、熱等の物理現象に対し壁（囲う）、窓（開口する）、屋根（覆う）等の建築内容で相応な設計を施す、いわゆるパッシブ設計方法に比べ、「ガーキン」は建築の形状と形態の設計をより強調したと言えよう。

物理現象が建築空間環境の質への影響は、すでに広く認識されているし、建築設計においても多くの方法が蓄積されてきた。一方、生物化学現象が建築への影響も無視できない。化学物質、微生物（カビ）（注2）等の原因により引き起こされた健康や生活環境の問題もその内容の一つであり、日増しに深刻化している。シックハウス症候群はその典型的な事例であろう。しかし、これらの問題のメカニズムは未だに解明されておらず、その現象をよく把握したとも言い難い。その解決策の多くも、単純に空調機などの設備を使用し、表面的な問題に対処することに限られている。このように、エネルギーを利用してはじめて稼働する設備が生活空間に次第に浸透していくことで、建築物が設備への依頼がますます強くなる。エネルギーや環境問題に直面している21世紀では、この現象の妥当性を再考する必要があると思われる。建築空間自身にエネルギーの「DNA」が存在するかどうか、化学物質や微生物（カビ）等の問題に直面する際に、空間そのものが一定の解決能力を持っているかどうかを発見し検討することは、本研究の出発点である。もし空間そのものにこのような能力を蓄えているなら、設備に過度に頼らず、地球環境の保護につながる。建築計画研究の結果に基づいて行われる設計という「ソフト」技術が、省エネや環境保護において「ハード」的な効果が発揮できれば、建築計画学の研究意義も証明される。

建築空間形態およびその形状に影響する物理的な要素の中で、まず考えられるのは温度、湿度や気流などの因子である。したがって、温度、湿度、気流といった環境条件が同様な場合、カビが異なる空間形状中での活動、すなわち空間での実際の付着状態を把握することは、自然にこの研究のスタートとなった。本論文の内容は、微生物であるカビが、温度、湿度、気流といった物理環境の条件が同様な場合、異なる空間形状での活動結果を把握するものである。言い換えれば、異なる空間形状におけるカビの付着状態を調べることである。

現在、建築計画学の研究に使われる実験方法は、主に人間の心理、生理や動作に対するものであり、例えば刺激や反応の実験、寸法測量などである。また、建築環境学では、風、光、熱などの物理現象から空間の問題を検

討する実験も行われている。本研究は、微生物を対象とする実験及び観測の方法で空間形状を研究することを試みたものであり、従来の研究方法に新たな意味を

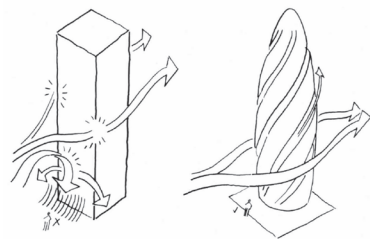


図1-1 設計のコンセプト図（注1）

増やただけでなく、新しい研究領域を探求する面においても意味があると言えよう。すなわち、地球温暖化について考える際、エネルギーのみならず、微生物と建築空間の関係というもう一つ重要だがまだ建築領域に注目されていない新しい視点を提供することである。以上の内容は、本研究の射程に入る。

下文の関連研究レビューからも分かるように、この分野における先行研究の蓄積が極めて少ないため、ここで少し紙幅を割いて補足したわけである。

## 2、既往研究のレビュー

「カビ」というキーワードで、1976年1月から2011年12月までの日本建築学会の論文データベースを検索してみると、計6本の論文がヒットした。そのうち、5本が計画系、1本が環境系である。計画系の論文の主な内容は以下の通りである。菅原文子の論文は、建材上のカビの成長速度と温湿度の関係を取り上げたもので、畳、ベニヤ板、表面プラスチック張り合板、石膏ボード、檜、杉、松など建材表面についてカビ成長変化の実験研究を行った。100%、90%、85%、75%、66%という5段階の湿度を用いて実験した結果、カビが最も大きく良く増殖したのは畳であるのに対し、石膏ボードでは全く増殖が見られるという結論が得られた。最大の変化と最小の変化間に約2.2倍の差が見られた。また、菅原は別の論文で、塵埃に含まれるカビ数量について研究している。小峯裕己他の住宅室内のカビ汚染と防止に関する一連の論文は、住宅室内のカビ汚染の内容は4種類の湿性カビについて建材表面での変化状態を測定したものであり、カビ防止の内容は違う換気状態下におけるカビ汚染の状態を実証調査したものである。環境系の論文について、「空調システムにおける微生物汚染の実態と対策に関する研究」というタイトルから、対象とした問題は空調設備に関する内容であることがうかがえる。

一方、「微生物」をキーワードに、1976年1月から2011年12月までの日本建築学会の論文資料を検索してみると、計18本の論文がヒットした。そのうち、計画系が6本、環境系が12本である。これらの論文を大まかに以下の4種類に分けられる。1、空中浮遊微生物粒子とその評価方法、2、空調及び空調システムと微生物の関係、3、地熱利用と室内汚染との関係や状態、4、その他（例えば、微生物の殺菌効果や微生物増殖の数値解

析など)。

「カビ」と「空間」という二つのキーワードを組み合わせ、1976年1月から2011年12月までの日本建築学会の論文資料を検索してみたが、一致した論文がヒットしなかった。「微生物」と「空間」という二つのキーワードを組み合わせると、1976年1月から2011年12月までの日本建築学会の論文資料の中で、5本がヒットしたが、いずれも「微生物」をキーワードに検索した時にヒットした論文と同じものだった。

カビという微生物は私たちの生活と密接に関連しているため、建築以外の学科でも関連の研究があると推測できるが、本論文は主にカビと建築空間の形状との関係を検討するものであるため、先行研究に関する調査は建築領域内に限定する。

建築計画・環境領域における約35年間の研究内容から分かるように、微生物と建築空間との関係に関する研究蓄積はあまり多くなく、内容も幅広くないため、今後はその研究を展開する余地が大いにあるはずである。また、既往研究には空間形態や形状との関係を取り上げた論文がないため、異なる空間形状におけるカビの成長(付着)状態に関する本論文の研究は、新たな研究分野を切り開いた独創的な研究でもある。建築空間における各種の機能空間の使われ方研究と同じように、意義と価値を持っていると考えられよう。

### 3、研究方法

本研究は、3パターンの空間形状(図3-1)を再現し、それをカビが培養されており、温度、湿度、気流がコントロールされている実験環境に入れることで、カビが各種の空間形状の表面に付着する状態を比較、検証する方法を採用した。具体的には、アルミ板を直角形、斜角形、円弧形の三種の形状に加工し、それぞれ透明の亚克力製ボックス(以下、実験用BOXと略す)に固定することで、3パターンの異なる空間形状の実験対象を作り

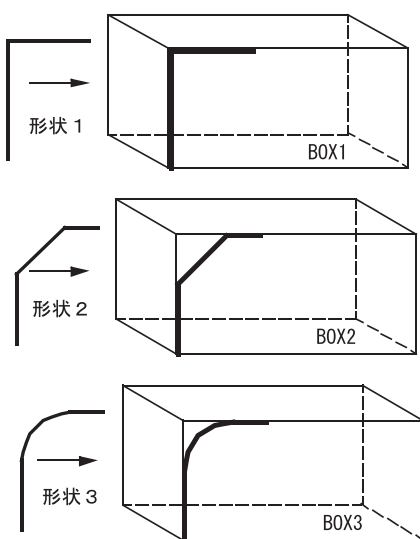


図3-1 実験用BOXと形状

りだした。さらに、この3つの実験用BOXを専用の小屋に入れた。実空間に存在する気流状態を模擬するために、ミニモーター扇風機を使って実験用BOX中で小さな循環気流を生成した。この実験環境は、比較的短い期間内で一

定の結果が得られることを目標に設定した。高湿度の環境がカビの培養、成長に有利という研究結果(注3)に踏まえ、実験用BOXに水盤を設置し、BOX内に安定した高湿度環境を保持した。実験用BOXにカビ培養シートを入れ、その成長(付着)状態を確かめた。またもう一つの検証実験として、気流と空間形態との関係を探るためにカビを粉に換える実験も行った。

### 4、実験の準備

本研究で行った実験は、異なる空間形態の部品を用意するほか、カビ、温度、湿度及び気流等の基本情報に基づいた相応の実験環境を準備する必要もある。

#### 4-1 カビ

実験環境は基本的に清潔な状態下の環境であるため、別の場所からカビを取り寄せ、カビが生存できる水分と養分の含まれた物体に寄生させる必要がある。実験に使用した真菌は、日常の住宅空間から採取したものであり、それを水分と養分の含まれたカビ培養シートに植え付け、増殖させた。同時に、カビ成長に関する研究報告に基づき、温度15-25℃、湿度70-95%というカビの増殖に最も適した実験空間環境を作りだした(注4)。

#### 4-2 温度・湿度

カビの増殖は温度と湿度に大きく影響される。また、温度と湿度の関係も非常に密接である。3パターンの空間形状で設けた小環境の温度、湿度の条件が一致するかどうかは、三者の測定結果が比較できるかの決め手となる。本研究は、実験全プロセスの温度・湿度を測定し記録する(温湿度計測儀



写真4-1 温湿度計測儀

を使用(写真4-1))方法を採用した。実験季節を選択し、実験用BOXを密閉の小屋に入れた。風や日差しの影響を減らすために、小屋を大木の下に設置した。

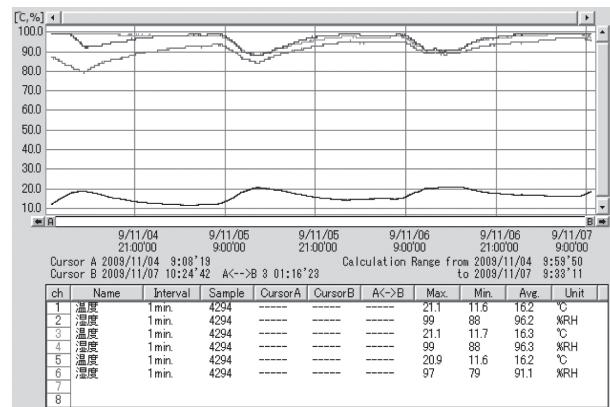


図4-1 温度湿度計測儀による三つのBOXの温湿度グラフ



以上の考慮と措置により、三つの実験用 BOX 内の温度が基本的に一致し、温度範囲もカビの成長に有利な範囲内に保持した。実験用 BOX に水盤を設置するという簡単な方法で、カビの繁殖に有利な高湿度環境を作りだすことに成功した(図 4-1)。しかも三つの実験用 BOX の湿度もあまり変わらない。すなわち、温度、湿度の環境条件においては、三つの実験用 BOX がほぼ同じであるため、相互間の比較は有効で有意義なものである。

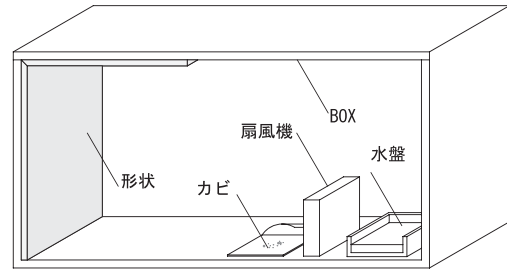


図 5-1 実験用 BOX 内部の配置状態

### 4-3 気流

実験環境における温度、湿度及び気流の状態がカビの増殖に決定的な影響を持つという推測に従い、各実験用 BOX にミニモーター扇風機を一台ずつ設置し、実験期間中に停止せずに回転させ、安定した気流を作りだした。温度や湿度については、関連の文献資料を参考した。温度 15 ~ 25°C、湿度 70 ~ 95% という小環境を維持すれば、カビの増殖にアクシデントがあまり生じないということである。一方、気流については関連の文献が見つからなかったため、本研究ではまず実験用 BOX 内の気流状態を明らかにする作業を行った。三種類の気流(種類 1: 0.30m/s、種類 2: 0.80m/s、種類 3: 2.00m/s)を再生し、2段階に分けて気流の役割を把握し、明示した。第1段階では、実験用 BOX 内の形態を考慮しながら、実験用 BOX の側面に 20 ~ 30 個の測量計用小穴をあけ、風速計測儀(写真 4-2)の



写真 4-2 風速計測儀

ヘッドを差し込み、気流を測量した。第2段階では、測量で得られたデータを画像化し気流速度の分布図を描き出した(図 4-2)。

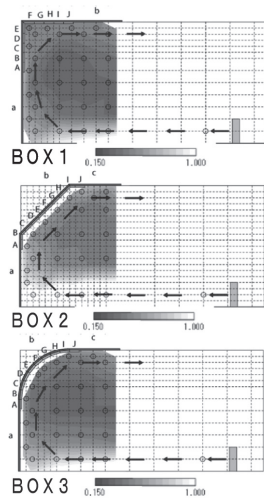


図 4-2 気流速度分布図

## 5、カビ実験

### 5-1 実験の過程及び仮説

温度、湿度、気流環境が同一条件の下で、三つの異なる空間形状におけるカビの増殖状態(付着状態)を観測した。実験の具体的なプラン、主に使用した材料及び実験の段取りは以下の通りである(図 5-1)。

- 1、3 パターンの空間形状の部品を用意した。
- 2、空間形状の部品の寸法に合わせ、480mm × 400mm の和紙を用意し、紙に 40mm × 40mm 間隔で格子を描

いた(今後カビの数を測るための参照系として)。

3、40mm × 40mm 格子が描かれた和紙の裏面に、粘着用でんぷんを塗り空間形状の部品に貼り付けた。

4、3 パターンの空間形態の部品を三つのアクリル製の実験用 BOX に入れ、三種類の異なる空間形状を作りだした。

5、実験用 BOX に湿度を確保するための水盤、気流再生用のミニモーター扇風機及びカビが培養されたシートを入れた。

6、すべての実験用品を設定した実験用 BOX を、小屋の中に設置した。

この実験の基本的な仮説は以下の通りである。温度、湿度、気流などの環境条件が同じでも、3 パターンの異なる空間形状の表面におけるカビの付着状態が同じではない。予測としては、形状 1(実験用 BOX1 中)のカビ付着量をもっとも多く、その次は形状 2(実験用 BOX2 中)、形状 3(実験用 BOX3 中)がもっとも少ない。それは、気流の影響がさまざまな効果をもたらすだろうと推測したためである。形状 1(実験用 BOX1 中)は角があるため、気流の「停滞」を引き起こす可能性が大きく、カビ付着後の定着率を高め、カビの増殖がより活発で顕著になるだろう。言い換えれば、付着度がより大きくまたは強くなると予測した。

### 5-2 実験の過程

予備実験も含め、本研究では計 5 回の実験を行った。物理実験の方法で空間形状の研究を行うことはほぼ初めての試みであるため、多くのことを自ら模索しなければならず、参考できる方法や経験は非常に少なかった。例えば、仮説の中で気流とカビ付着が相当関係していると考えていたが、カビがまったく付着(増殖)しない状況が現れたため、実験条件を絶えずに変えたり調整したりして、三つの形状でカビが最も付着(増殖)しやすい環境を探る必要がある。例えば、扇風機の回転速度を調整したり、気流の整流・減速を行ったり、物品の設置位置を調整したりするなどの方法を使った。予備実験と本実験の具体的な実施日は以下の通りである。

第一次予備実験：0713 ~ 0723 (10 日間の実験)

第二次予備実験：1014 ~ 1018 (4 日間の実験)

第三次予備実験：1020 ~ 1029 (9 日間の実験)

第一次本実験：  
1101 ~ 1110 (9  
日間の実験)  
第二次本実験：  
1122 ~ 1128 (6  
日間の実験)

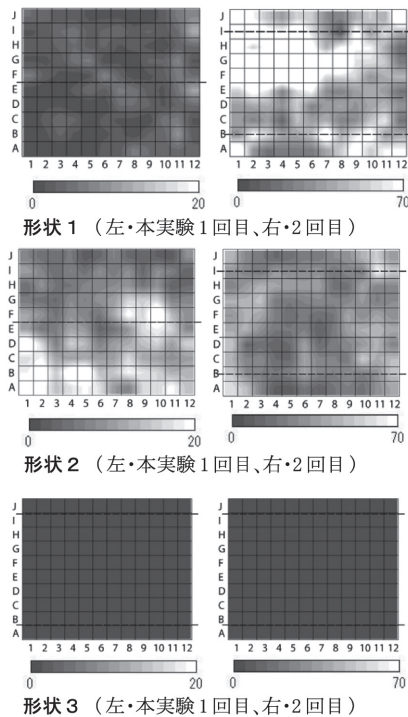


図 5-2 カビ分布図

### 5-3 カビ実験の解析の可視化と結果

データをグラフに変換するソフト(注5を使い、実験で得られたデータからカビの分布を色で示す「カビ分布図」を作成した。図 5-2 はその第一次と第二次本実験の可視

化結果であり、形状 1、2、3 (実験用 BOX1、2、3) に置かれた各形状にある実験用和紙 (480mm × 400mm) 上のカビ分布 (付着) 状態を示したものである。灰白色の面積が大きければ大きいほど、そこにあるカビの数が多い。三つの形状にあるカビの分布 (付着) 状態には差があると確認できた。形状 1 と形状 2 にカビの分布が見られたが、形状 3 にはなかった。実験の結果は仮説をほぼ反映したものととなった。

## 6、粉実験

### 6-1 実験及び仮説

補助的にもう一つの実験を行った。扇風機で鉛筆の芯の粉を飛ばし、和紙での付着量と付着状態 (位置) を観察し、同じ空間形状下における付着現象の違いを検証するものである。仮説としては、扇風機に吹かれた粉は、異なる形状にある和紙での付着状態は白から灰色までの変化が現れる。色の状態からいうと、形状 1 (実験用 BOX1 中) では最も濃く、その次は形状 2 (実験用 BOX2 中) で、色が最も薄いのは形状 3 (実験用 BOX3 中) である。

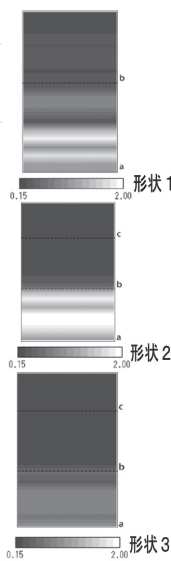


図 6-1 粉分布図

### 6-2 粉実験の解析の可視化と結果

実験後に異なる形状に貼り付けられた和紙を取り外し、デジタルカメラでその状態を連続撮影した。それらの写

真をコンピュータで画像編集ソフトに取り込んで拡大し、付着粉の数をカウンターで記録した。各種の形状の実験結果を計三回カウントし、三回でカウントした平均値を粉付着状態の結果とした。1 枚の写真の撮影範囲は 4.5cm × 3.5cm であり、それを面積 S と定義し、カウントしたデータの平均値から各 S にある粉の数を確定し、データをグラフに変換するソフトを使って可視化した。図 6-1 はその実験の可視化結果であり、形状 1、2、3 (実験 BOX1、2、3) に各形状に置かれた実験用和紙 (480mm × 400mm) における粉の分布 (付着) 状態を示した。灰白色の面積が大きいかほど、そこにある粉が多い。三つの形状にある粉の分布 (付着) 状態には差が見られた。形状 1 と形状 2 に粉の分布が確認できたが、形状 3 にはほとんどなかった。実験の結果は基本的に仮説を反映したものである。

## 7、結果と考察

実験で見られたカビ付着状態から分かるように、実験結果は仮説と百パーセント一致しなかったにもかかわらず、実験の可視化結果から、第一次本実験と第二次本実験におけるカビ付着の分布結果の傾向には相似性が見られた (図 5-2)。

「温度、湿度、気流などの環境条件が同じでも、3 パターンの異なる空間形状の表面におけるカビの付着状態が同じではない」というのは、本研究の出発点で設けた仮説である。実験を通じてこの仮説を検証した。実験結果のカビ付着状態可視図 (図 5-2) を見れば、その違いが一目瞭然である。付着量を重み付き平均計算すると、予測を超える結果が現れた。斜角形にカビ付着量が最も多く、大きさ 1mm 前後から 3mm 程度のカビが約 2,720 個ある。その次は直角形であり、大きさ 1mm 前後から 3mm 程度のカビが約 2,400 個ある (両形状ともほとんどのカビの大きさが 1mm 以上から 3mm 以下の範囲に分布している)。最も少なかったのは円弧形であり、肉眼で識別できる範囲ではほぼ見つからなかった。平方センチという単位面積で説明すると、円弧形に比べると、斜角形のカビ付着量はその 14.2 倍 (すなわち 14.2/cm<sup>2</sup>)、直角形のカビ付着量はその 12.5 倍 (12.5/cm<sup>2</sup>) である。

2 回の本実験の結果では、実験用 BOX1 と実験用 BOX2 中の形状において、程度の差はあるものの、いずれもカビが付着していた。実験用 BOX3 中の形状においては、2 回の実験を通して肉眼で識別できるカビが見つけれなかった。したがって、異なる形状自身が防カビ能力に大きな差があり、特に円弧形は相当な防カビ効果があると考えられよう。今後、防カビ或いは減カビの必要がある住宅や医療施設、クリーン空間などの建築計画を考える際に、円弧形を取り入れ、その防カビ特徴を生かすことが考えられる。そうすれば、少なくとも二つの効果が得られる。すなわち、カビによる被害を削

減することと、カビを駆除する際に使う機械エネルギーや化学薬品を減少することができる。

実験のもう一つの収穫として、気流の速度はカビの付着に大きな影響を与えることを確認できたことである。これについて今後更なる研究で掘り下げられる内容となっている。形状 1、2、3 (実験用 BOX1、2、3) の中でミニモーターによって作りだされた気流がまったく同じだったが、三つの実験用 BOX の空間形態が違うため、各箇所計測した気流の流れも違う。図 4-2 の気流速度分布図からその結果が見られる。図の中にある灰白色部分は所在位置の気流速度の大きさを表している。白ければ白いほど、気流の速度が速くなる。図 5-2 は各種空間形状におけるカビ分布状態を示したもので、気流の速さと同じように、白ければ白いほど、カビの付着量も多い。図 4-2 と図 5-2 にある灰色・白色の部分と比較して、面白い現象が観察できた。気流の速度の大きさとカビ付着 (増殖) の多少にはある程度の比例関係をなしている。以下の推論でこの比例関係の現象を説明できるかもしれない。すなわち、風速が強い場所に風の圧力も大きいいため、風の淀みの生まれやすい箇所といえることができる。実験用 BOX1 と実験用 BOX2 の中の形状を見る限り、両者に一致しない箇所が少なくなかったが、角度などの原因により、両者はいずれも風の淀みを生みやすいという共通点を持っている。したがって、このような風の淀みの特徴を持っているため、カビ付着 (増殖) に良い条件を提供したと考えられよう。

実験用 BOX3 の中の形状においては、2 回の本実験でいずれもカビの付着を肉眼で見つからなかった (図 5-2)。それを気流速度分布図 (図 4-2) と比較してみると、形状 3 の円弧形では風の淀みが発生していなかったことがわかる。この現象は、前文で述べた風の淀みとカビ付着 (増殖) と密接な関係があることを別の角度で検証した。

粉実験分布図 (図 6-1) の中の気流の速さと粉付着量からも、ある程度でその比例関係の傾向が見られた。

## 8、今後の課題

「使われ方」は建築計画学における研究内容の一つである。本研究の内容は、ある意味ではカビが空間における「使われ方」と考えられる。今回の研究で、この分野における初期段階の結果が得られたと言えよう。一つは、物理環境が同一条件の下で、空間形状の違いにより、カビ付着の程度も違うことを検証した。そして、形状の間に相当な差が存在することも確認した。二つ目は、気流速度は空間形状において影響があるだけでなく、カビの付着 (増殖) にも影響することが分かった。ただし、3 パターンの形状の中で、直角形と斜角形がなぜ本実験前後で結果が一致しなかったかを究明することはできなかった。実験回数を増やし、関連の実験を引き続き行うこ

とで、不一致の原因を突き止めることは、今後の課題の一つと言えよう。また、今回培養したカビの種類を特に限定しなかった。すなわち、実験用のカビは毎回違う可能性もある。今後は同じ種類のカビの付着現象の実験を行い、それぞれの違いを比較する必要がある。特に建築空間によく現れるカビの種類、例えばクラドスポリウム菌 (cladosporium) (注 4 のカビなどを重要視するつもりである)。

地球環境を保護することは、われわれの生存環境における第一の要務である。建築物及びその関連内容が地球上のエネルギーの半分を消耗し、環境破壊の原因の半分に当たるといふ言い方さえある。地球環境保護のカギは建築関係者の手に握られているという言い方もあるように、空間形態を決める際に環境要素を基本の一つとして認識せざるを得ない時代に突入したが、この分野への認識はまだまだ足りない。幾何学要素で建築空間形態を決定することは、依然として今日の主な手法である。改善しないなら、地球環境が加速度的に破壊されていくだろうから、どのように改善するかは喫緊の課題である。

## 9、謝辞

本研究は建築計画学、特にその中の建築空間形態学に立脚している。しかし、この類型の研究は複合的な内容であるため、本研究は化学、気流学、物理環境学の専門家たちのご協力の下で行われた。特に九州大学の萩島理氏と福岡大学の重松幹二氏、正本博士氏に感謝したい。また現段階では、建築空間形態学の研究で実験方法があまり多く使われていないため、本研究で設置し利用した小さな実験室も関連企業の方々へのアドバイスをいただいた。さらに、福岡大学建築学科生だった上利沙矢香は実験を担当した。ここを借りて御礼申し上げる。

注 1 : 建築と都市 (Architecture and Urbanism) 「a+u」  
2004 年 9 月号

注 2 : 井上真由美 : 建築物のカビ、日本建築士連合会、  
1979

注 3 : 菅原文子 : 建材上のカビの成長速度に与える温湿度の影響、日本建築学会計画系論文報告集第 441 号、1992 年 11 月、P9 - P13

注 4 : 建築物のカビ、P45

注 5 : AV 似非というフリーソフト

## 参考文献

- 1) 菅原文子：建材上のカビの成長速度に与える温湿度の影響、日本建築学会計画系論文報告集第 441 号、1992 年 11 月
- 2) 上利沙矢香：空間の形態と物理環境に関する研究、福岡大学建築学科卒業計画概要集、2009 年度
- 3) 井上真由美：建物のカビ、日本建築士会連合会、1979 年
- 4) 日本人類学会居住環境評価研究部会：生理人類学から見た環境の科学、彰国社、2000 年
- 5) 日本建築学会：建築設計資料集成 環境、丸善、2007 年
- 6) 阿部恵子：季刊紙「熱と環境」VOL.49 SPRING・SUMMER1997、ダウ化学工業株式会社、1997 年
- 7) 堀内史郎：現代微生物学 第 3 版、朝倉書店、1994 年
- 8) 中野政弘：カビへの招待、研成社、1997 年
- 9) 宮治誠：カビ博士奮闘記、講談社、2001 年
- 10) [http://solutions.3m.com/wps/potal/3M/en\\_US/Products/ProdServ/](http://solutions.3m.com/wps/potal/3M/en_US/Products/ProdServ/)、3M US、2009.11.22