

# 室内環境中の微生物発育速度・MVOC 放散のモデリングと数値予測手法の開発 (その 3)

## 5 種類の真菌を対象とした MVOC 放散量の測定

### Modeling and Numerical Analysis of Fungal Growth and MVOC Emission in Indoor Environment (Part 3) Measurement of MVOC emission from Five kinds of Fungi

水野 優\* 伊藤 一秀\*\* 熊谷 一清\*\*\*

Yu MIZUNO, Kazuhide ITO, Kazukiyo KUMAGAI

Keyword : MVOC, Fungi, Emission Rate

#### はじめに

本報を含む一連の研究は、微生物由来の室内環境汚染問題の中で、特に室内に存在する微生物、特に真菌類を対象として、対象微生物の成長・増殖メカニズムの解明に加え、汚染物質放散源としての微生物に着目し、微生物由来の揮発性有機化合物(MVOC)放散のメカニズムを解明し、定量的な放散量データを提供することを目的とする。本報(その 3)では 5 種類の真菌類を対象として温度・湿度をパラメータとした場合の MVOC 放散量の測定を行う。続報(その 4)では微生物の成長・増殖問題に着目し、2 種類の真菌を対象として、懸濁液中の養分量を変化させた場合のガラスプレート上での成長速度の測定を行った結果を報告する。

#### 1. 対象とする真菌類

一般室内に存在が確認されている真菌類の中で、好湿、好乾、耐乾に着目して菌種を選定し、計 5 種(5 属)の菌種を対象として実験を行う。5 菌株とも(独)製品評価技術基盤機構バイオテクノロジー本部・生物遺伝資源部門(NBRC)より分譲された菌株を使用する。本研究では *Alternaria alternata* (NBRC 31805)、*Eurotium herbariorum* (NBRC 33235)ならびに *Aspergillus penicillioides* (NBRC 33024)、*Penicillium citrinum* (NBRC7784)、*Aspergillus niger* (NBRC31628)の 5 種類の真菌(カビ)に着目する。*Eurotium herbariorum* は好乾性カビで相対湿度 73%~95%の環境下で発育速度が高いことが知られている。*Alternaria alternata* は好湿性カビであり、相対湿度 96%以上で *Eurotium* より発育速度が大きいことが知られている。また、*Aspergillus penicillioides* は、耐乾性であり、*Eurotium* ならびに *Alternaria* より低湿度環境でも発育する。*Penicillium citrinum* は耐乾性真菌で、カビ毒のシトリニンを産生し、アレルギーンとしても認知されている。*Aspergillus niger* はカビ抵抗性試験 JIS-Z-2911 などに供試される代表的な耐乾性真菌であり、また泡盛醸造にも使用される。

菌株一覧、培養条件を表 1 にまとめて示す。真菌はガラスシャーレを用いて、PDA 培地に接種し、28°C に制御したインキュベータ内にて 14 日間培養したものを実験に使用する(表 1)。*Eurotium herbariorum* は好稠性であり、増殖に糖分を必要とするため、培地にグルコース(全体量の 20%)を添加した条件としている。

\* 東京工芸大学大学院 博士課程 修士(工学)

\*\* 東京工芸大学工学部建築学科 助教授 工博

\*\*\* 東京大学大学院 新領域創生科学研究科 助手 修士(工学)、修士(公衆衛生学)

表 1 菌株ならびに培養条件

温度条件	28±0.1 [°C]
相対湿度	Rh 0 [%] or Rh 90 [%]
培地	PDA 培地 (Potato Dextrose Agar)
培養期間	14 days
対象真菌	(1) <i>Alternaria alternata</i> (NBRC31805) (2) <i>Eurotium herbariorum</i> (NBRC33235) (3) <i>Aspergillus penicillioides</i> (NBRC33024) (4) <i>Penicillium citrinum</i> (NBRC7784) (5) <i>Aspergillus niger</i> (NBRC31628)

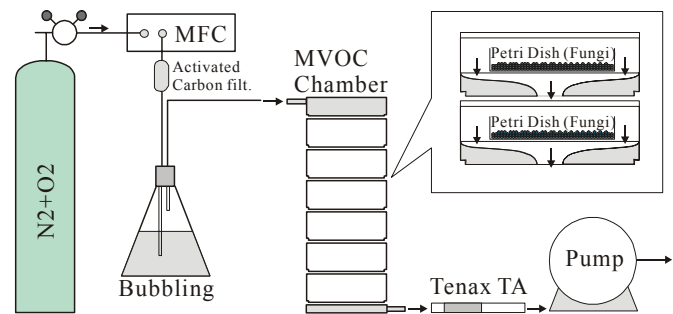


図 1 MVOC 測定 実験系

表 2 実験条件

温度条件	28±0.1 [°C]
相対湿度 Rh	90±5 [%]
Chamber 換気量	400 [cc/min]

表 3 MVOC サンプリング・分析条件

GC/MS	HP6890
TDS	Gestel TDS (Thermal Desorption System)
Column	HP5 (0.25mmφ×60m×1μm)
Oven Temp.	40°C(3min)→10°C/min→220°C(10min)
Detector	HP5973MSD
Analysis mode	SCAN
Sampler	Tenax TA (60/80 mesh)
Sampling Speed	350 cc/min, Total 500 L

#### 2. 実験概要

本研究では、真菌由来の MVOC を測定するために測定用チャンバーを制作している。図 1 に MVOC 測定チャンバーを含む一連の実験系を示す。MVOC 測定用チャンバーは、sus304 製の真菌設置ユニット 6 段から構成される。真菌設置ユニットは内径 110×10<sup>2</sup> [m]、深さ 37×10<sup>2</sup> [m]の円筒形で、上下に空気が流通する形状である。ユニット間はシーリング無しで密閉性が

保たれるように設計されている。MVOC 測定用チャンバーに供給する空気は N2 ベースの O2 (20%)混合ガス (P>99.99999)を使用する。更に、上流側 2ヶ所に活性炭ベースのケミカルフィルターを設置することで供給空気の清浄化を行っている。また、バブリング機構を組み込むことで相対湿度は一定 90±5 %に制御する。供給空気量はマスフローコントローラーにより 400[cc/min]に制御する。実験は 5 種類の真菌を対象とし、相対湿度 0%ならびに 90%の 2 条件で行う。

### 3. サンプルング・分析条件

MVOC 測定用チャンバーの下流側において、MVOC を含むチャンバー通過空気を Tenax TA (Gestel, 80/100 mesh)を用いてアクティブサンプリングする。積算流量計付きポンプにより 350 [cc/min]の割合で計 500 [L]サンプリングする。サンプリングは続けて 2 回行うことで再現性ならびに時系列変化を確認する。MVOC 成分の分析は GC/MS のマススペクトルにて定性する。

### 4. 実験結果

各ケースにおける MVOC 成分測定結果を図2～図6に示す。Case1 (*Aleternaeia alternata*)では、MVOC 成分として、1-Octen-3-ol、3-Octanone が検出された。Rh0% と Rh90%の測定において MVOC 発生量が大きく異なる結果となった。Case2 (*Eurotium herbariorum*)では、MVOC 成分として、Ehtanol、2-Pentanone、1-Octen-3-ol、3-Octanol の 4 種が検出された。Case 3 (*Aspergillus penicillioides*)では、MVOC 発生量が全実験ケース中で最大となった。Case4 (*Penicillium citrinum*)では、2-Butanone、1-Octen-3-ol、3-Octanone の 3 種類の成分が同定された。極微量であるが他のケースでは同定されなかった2-Butanone が検出された。Case5 (*Aspergillus niger*)では、MVOC 成分として 1-Octen-3-ol、3-Octanone の 2 成分が同定された。相対湿度の変化は MVOC 発生量に殆ど影響を与えない結果となった。

5 種類全ての真菌より 1-Octen-3-ol、3-Octanone の 2 成分が同定された。

### 5. 結論

- (1) 5 種類の真菌から放散される MVOC 成分の定性を行うと共に、発生量の相対的な比較を行った。
- (2) 今回の測定条件では 1～4 種類程度の MVOC 成分が検出され、全ケースにて1-Octen-3-olが検出された。また特に *Penicillium citrinum* のみから 2-Butanone の発生が確認できた。
- (3) 真菌の成長条件、分生子形態などが同じであっても、MVOC の発生に関しては発生量、発生物質に若干の違いがあることが確認された。

### [参考文献]

- [1] 朴俊錫, 池田耕一: 居住空間における真菌由来揮発性有機化合物による室内空気汚染に関する研究、付着材料別における真菌からの MVOCs 放散特性: 日本建築学計画系論文集, 561 号, pp.61-, 2002
- [2] 中島大介他: 室内に成育する微生物から発生する揮発性有機化合物 (MVOC) の検出法: 室内環境学会総会講演集, vol6, NO2, P276-277, 2003 年 12 月

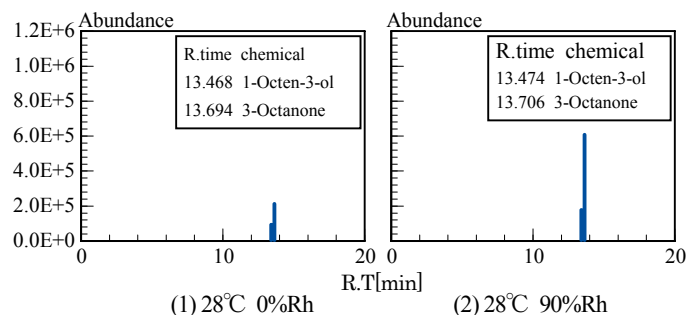


図2 Case 1 (*Alternaria alternata*)

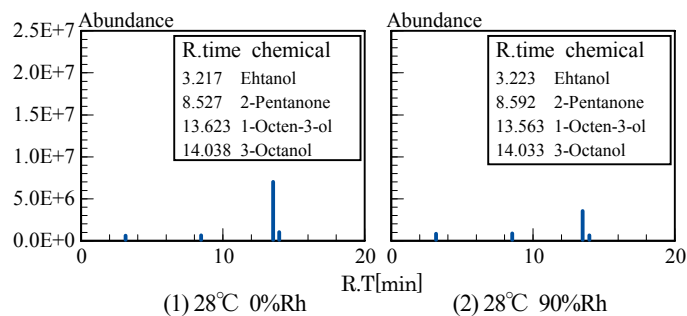


図3 Case 2 (*Eurotium herbariorum*)

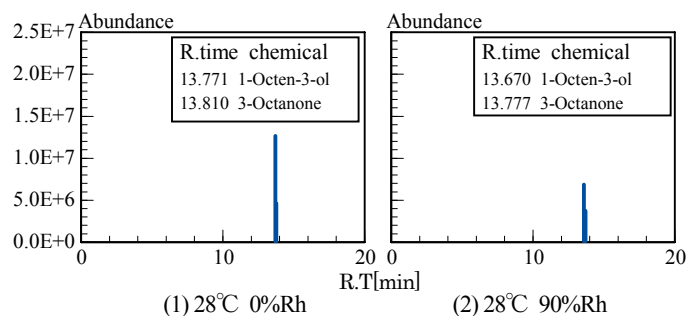


図4 Case 3 (*Aspergillus penicillioides*)

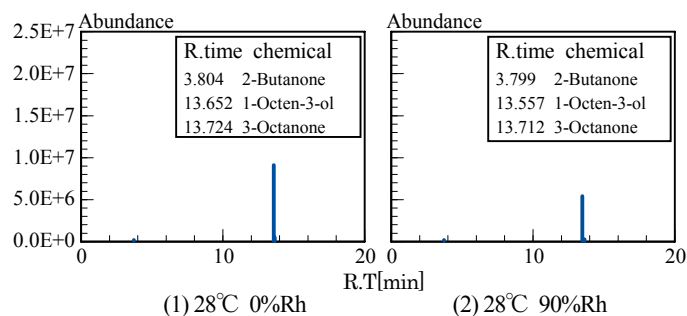


図5 Case 4 (*Penicillium citrinum*)

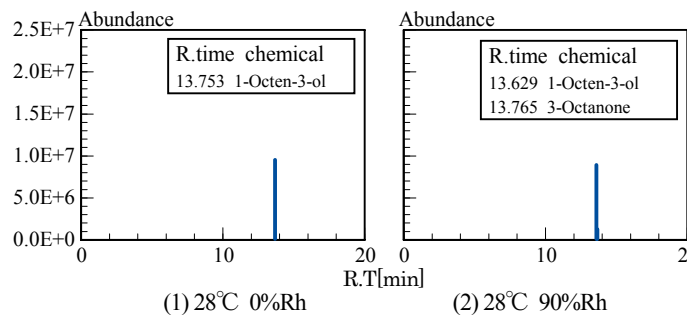


図6 Case 5 (*Aspergillus niger*)