

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 1) Eurotium・Alternaria および Aspergillus を対象とした MVOC 放散量の測定

正会員○水野 優*¹ 同 伊藤一秀*²
同 熊谷一清*³

微生物 MVOC チャンバー実験

1. 序

室内環境に関する問題は、従来の開放型燃焼器具の不完全燃焼に起因する高濃度短期曝露の問題や環境煙草煙(ETS)等による mg/m³ オーダ以上の浮遊粉塵等の問題から、シックハウスに代表される微量の揮発性有機化合物による低濃度長期曝露の問題にシフトしつつあり、更には古くからの問題でありながら対策が不十分なカビ・ダニ等の微生物汚染問題も加わって、室内環境問題が複雑化している²⁾。多岐に渡る室内環境要素の中で、本研究ではカビ・ダニ等の微生物汚染問題に着目し、特に微生物由来の化学物質放散ならびに微生物発育・繁殖に関する事前予測手法の開発を最終目的とする。特に本報(その 1)では *Alternaria*、*Eurotium* ならびに *Aspergillus* の 3 種類の真菌(カビ)に着目し、微生物由来の揮発性有機化合物(MVOC)放散量の測定結果を報告する。

2. 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、耐乾に着目して各々 1 種の菌種を選定し、計 3 種(3 属)の菌種を対象として実験を行う。3 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)の 3 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。

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(図 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。

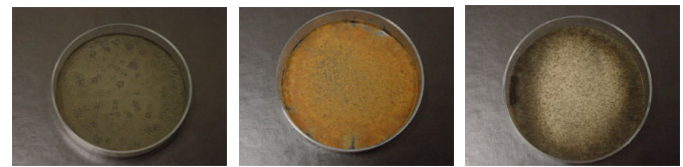
3. 実験概要

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。MVOC 測定用チャンバーならびに真菌設置ユニットの内外観を図 2 に示す。また図 3 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 110×10⁻² [m]、深さ 37×10⁻² [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

表 1 菌株ならびに培養条件

温度条件	28±0.1 [°C]
培地	PDA 培地 (Potato Dextrose Agar)
培養期間	14 days
対象真菌	(1) <i>Alternaria alternata</i> (2) <i>Eurotium herbariorum</i> (3) <i>Aspergillus penicillioides</i>



(1) *Alternaria* (2) *Eurotium* (3) *Aspergillus*

図 1 測定対象真菌 (14 日間培養後)

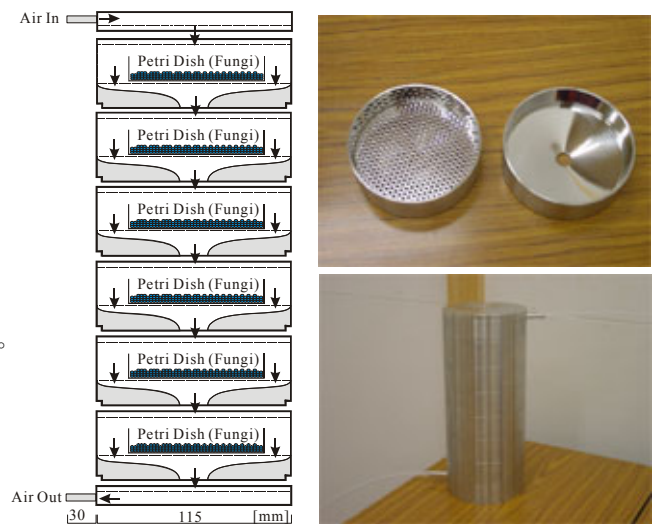


図 2 MVOC 測定用チャンバー

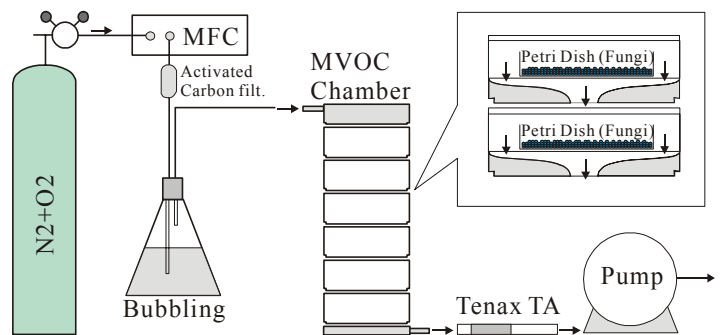


図 3 MVOC 測定 実験系

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。

4. サンプリング・分析条件

MVOC 測定用チャンバーの下流側において、MVOC を含むチャンパー通過空気を Tenax TA (Gestel, 80/100 mesh)を用いてアクティブサンプリングする²⁾。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。

5. 実験結果

5.1 Back Ground 濃度測定結果

供給空気ならびに実験系に起因する Background の化学物質の確認を行うと共に、MVOC と同様の基を有する Background VOC レベルを把握するため、ガラスシャーレに PDA 培地のみを用意したブランク条件でのサンプリングを行っている。既往研究で指摘されている MVOC 成分は検出限界以下であり、その他の Background VOC レベルも MVOC 測定に問題とならないレベルであることを確認している。

5.2 MVOC 測定結果

各ケースにおける MVOC 成分測定結果を表 4 に示す。(測定結果であるクロマトグラフは続報(その 2)に示す)

(1) Case1 (*AlteRNAeIA alternata*)

本報での実験条件は *AlteRNAeIA alternata* の最適成長条件に適合している。この条件下で MVOC 成分として、1-Octen-3-ol、3-Octanone が検出された。1-Octen-3-ol、3-Octanone の両物質とも分子量は比較的大きく、既往研究^{2,4)}で発生が指摘されている低分子量の物質は同定できなかった。

(2) Case2 (*Eurotium herbariorum*)

MVOC 成分として、Ethanol、2-Pentanone、1-Octen-3-ol、3-Octanol の 4 種が検出された。Ethanol、2-Pentanone、3-Octanol の 3 種の MVOC 成分は *Eurotium herbariorum* を対象とした実験ケースのみで同定されており、*Eurotium herbariorum* に特有の MVOC 成分であると推察される。*Eurotium herbariorum* は好稠性真菌であり、培地にグルコースを与えたことで成長・増殖が維持され、その結果として MVOC 放散が多様になったと推察される。

(3) Case3 (*Aspergillus penicillioides*)

MVOC 成分として 1-Octen-3-ol、3-Octanone の 2 種類の成分が同定された。この MVOC 成分は *AlteRNAeIA alternata* のケースと同一の化学物質であり、既往研究で放散が指摘されている MVOC 成分^{2,4)}の中で比較的高分子量のものであった。

5.3 考察

本実験で対象とした全ての真菌類で MVOC 成分の放散が確認された。しかしながら既往研究^{2,3,4)}で指摘されている各種 MVOC

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

成分の中で、本測定で同定された MVOC は相対的に分子量が大きく、分析メソッドの後半(R.T 後半)でピークを有する物質が多かった。ヒドロキシル基を有する比較的分子量の MVOC は今回の分析メソッドではページされてしまった可能性が否定できず、この点に関しては今後の検討が必要である。また本実験は雰囲気温度 28°C、相対湿度 90%の条件下での測定のみを報告したが、対象とする真菌の最適成長条件に適合する温湿度下においても測定を行うことで、真菌の代謝レベルを考慮した MVOC 放散量測定を行うことが重要である。この点に関しては、続報(その 2)において相対湿度の条件を変化させた測定結果を報告する。

6. 結論

- 温湿度一定条件下(28°C, Rh 90%)において、*AlteRNAeIA alternata*、*Eurotium* ならびに *Aspergillus* の 3 種類の真菌を対象とした MVOC 放散量の測定を行った。
- 全ての真菌より 1-Octen-3-ol が検出された。また、*Eurotium herbariorum* からは 4 種類の MVOC 成分(Ethanol, 2-Pentanone, 1-Octen-3-ol, 3-Octanol)が検出された。
- 各種真菌からの MVOC 放散の湿度依存性に関する検討結果は、続報(その 2)に示す。

参考文献

- 小峯裕己他：住宅室内のカビ汚染と防止に関する研究：日本建築学会計画系論文集, 484 号, pp33-41, 1996
- 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：日本建築学会計画系論文集, 561 号, pp.61-, 2002
- 中島大介他：室内に生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
- 川尻貴他：真菌由来の揮発性有機化合物による空気調和機汚染に関する研究—その 1 空調システムの微生物汚染と真菌由来の揮発性有機化合物, 日本建築学会年次大会, D-2, p.953-954, 2001.9
- 中村美咲他：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 2) 各種真菌由来の MVOC 放散量の湿度依存性に関する検討, 日本建築学会年次大会, 2005.9 [投稿中]

表 4 検出された MVOC 成分

実験ケース (真菌名) / MVOC	Ethanol	2-Pentanone	1-Octen-3-ol	3-Octanone	3-Octanol
Case1 <i>AlteRNAeIA alternata</i>	-	-	○	○	-
Case2 <i>Eurotium herbariorum</i>	○	○	○	-	○
Case3 <i>Aspergillus penicillioides</i>	-	-	○	○	-

*1 東京工芸大学 大学院 Tokyo Polytechnic Univ.
*3 東京大学新領域 助手 工博 University of Tokyo

*2 東京工芸大学 助教授 工博 Tokyo Polytechnic Univ.