

健康被害をもたらす有害生物の制御・処理技術に関する研究

所 属 国立医薬品食品衛生研究所
研究者 高島 浩介

分担研究者名

- | | |
|----------------------|--------|
| (1) 国立相模原病院 臨床研究センター | 安枝 浩 |
| (2) 東京農工大学 農学部 | 林谷 秀樹 |
| (3) 宮崎大学 農学部 | 後藤 義孝 |
| (4) 埼玉県衛生研究所 | 高岡 正敏 |
| (5) (財)食品薬品安全センター | 高橋 淳子 |
| (6) 衛生微生物研究センター | 李 憲俊 |
| (7) 株式会社 エヌ・エム・ジー | 徳田 美幸 |
| (8) 旭電化工業 株式会社 | 東海林 義和 |

要旨

健康被害を及ぼす有害生物の生態系での調査をまとめ、測定技術、疫学、生物活性、細胞機能に関する基礎研究を行った。対象生物は、住環境にみる細菌、真菌、ダニ、水生生物であり、その生物の持つ有害性を特にアレルギーとしての観点から多面的に検討した。それぞれの生物の持つ特性及び活性機能を解析することができ、今後の制御・処理技術に資する有益な成果が得られた。

1. 研究目的

住環境には、健康被害をもたらす生物が多く分布生息している。特にアレルギーや感染症などと深く関わる生物が潜在的に分布していることが今までの研究から明らかになりつつある。しかし、これら有害生物の生態研究は単独で研究されており、それぞれの生物間での拮抗、共存といった生物の生態は不明であった。また、健康被害としてアレルギーが重視されるが有害生物のうちダニを除く有害因子の検索はほとんど解明されていないのが現状である。その意味で本研究が総合的に調査研究することにより、有害生物および有害因子の特定ができ、健康被害の予防に大きく貢献できるものと期待される。

さらに、快適な住環境から健康維持できる環境を作り出すための技術開発が必要となる。この研究を通して生活環境にみる有害生物の生態特性や生物学的特性を解明する。その結果に基づいて有害生物に起因するアレルギーや感染症といった健康被害を防御するための技術を多面的に共同研究することにより、快適な生活環境作りに寄与できる成果が得られることを最終目標とする。

13, 14 年度は生活環境での有害生物の生態・危害性・生物特性および環境適応性を中心に次の9課題について研究を実施した。

2. 研究方法

1) 環境真菌の発生要因および制御技術の研究

住環境全般にわたり真菌の動態を検討することとした。対象住宅は関東地方81世帯を対象として実施した。調査は、洗面所、キッチン、浴室、トイレ、玄関、リビング、和室、寝室、押入、北側洋室、クローゼットなどの室内環境とした。アンケートに基づいて各場所からスタンプ法により試料採取し真菌培養を行い、各環境にみる真菌の動態を検索した。この2年間での目標は住環境の真菌マップ作成にある。

2) 健康被害をもたらすアレルギーの制御技術に関する研究

(1) ELISAによるダニアレルギーの測定

ELISAはモノクローナル抗体(以下mAb)とビオチン/ストレプトアビジンの系を用いるsandwich法で行い、マイクロプレートリーダーを用いて415nmの吸光度で測定した。

(2) Der 1 ELISAの開発及び応用

Der p 1に対するmAb, 11種類とDer f 1に対するmAb, 11種類の中から適切なmAbを組み合わせて、Der p 1

と Der f 1 がバランスよく反応する Der 1 ELISA の系を組み立てた。この装置を用いてアトピー型気管支喘息患者の寝具から塵を採集し、アレルゲン量を Der 1 ELISA で測定した。

(3) テープ法による寝具表面のダニアレルゲンの測定

敷きフタの中央部にテープ (Tegaderm Transparent Dressing 1625WJ) を貼付して試料を採取した。テープを抽出後、高感度蛍光 ELISA (検出下限 1 pg/ml) で測定した。

3) 有害微生物の制御研究

供試菌は、*Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* 0157, *Erysipelothrix rhusiopathiae* および *Yersinia enterocolitica* 03 を用いた。供試した消毒薬は、エタノール (70%), 次亜塩素酸ナトリウム (1%), 塩化ベンザルコニウム (1000ppm) およびグルコン酸クロルヘキシジン (1000ppm) である。床材として、フローリング、セラミックタイル、ビニール樹脂を供した。suspension test は Wirtanen らの方法に準じて実施し生菌数を測定した。surface test では、poloxamer F127 (BASF JAPAN) を用いて供試菌にバイオフィルムを形成させ生菌数を測定した。

4) 動物由来有害微生物の制御に関する基礎研究

ペットを屋内飼育している家庭を調査対象とし、ペット動物の体幹部と外耳、飼育者の前腕、住環境については居室床を選び、それぞれの表面をスワブで拭き取って細菌および真菌の検査を行い、病原性ならびにアレルゲン性の点で問題となり得る *Staphylococcus* spp. と *Pseudomonas* spp., 大腸菌群および一般真菌を調査対象菌とした。またペットを飼育していない家庭について同様の検査を実施した。

5) ダニの生態発生要因制御技術の研究

調査場所は、各家庭の寝具、床面を選択した。塵埃の採取は、年 4 回行った。ダニ検査はろ紙袋の中のごみを 0.2% 界面活性剤溶液で洗い流し、その溶液をろ過し、ろ紙展開し実体顕微鏡下で同定した。室内塵中のダニアレルゲンは、Der1, Der2 について測定を行った。住環境設備型のヤケヒョウヒダニ及びコナヒョウヒダニの培養装置を開発した。温度、湿度を一定に保ち飼育行動を観察して従来の方法と比較した。

6) 水系生物の微生物的・化学的研究

各種冷却塔水 39 試料を用いて実態調査を行った。一般細菌数、大腸菌群、大腸菌、エンドトキシン、SLP (Silkworm larvae plasma), *Legionella pneumophila* 血清群 I 型および真菌の生菌数と同定を行った。さらに真菌の測定においては、 β -グルカンに着目し、 β -グルカンを検出することにより迅速な真菌の存在を検出した。一方、化学的試験項目として、pH 値、電気伝導率、COD、アンモニア性窒素、金属、2-メチルイソボルネオール、ジオスミン、色度、濁度等を測定した。試験方法は、真菌を同定し、 β -グルカンテストワコー、エンドトキシン—シングルワコー、SLP シングル試験セット、レジオネラ検出キットによった。他は、上水試験方法 (日本水道協会 2000 年版) および工業用水試験方法 (JIS2001 年版) に準拠し、試験を行った。

7) 有害微生物の制御処理技術に関する基礎研究

供試カビ *Cladosporium sphaerospermum* HMC2051 をシリコーンシーラント (1 成分形、湿気硬化タイプ) に接種したものを試料とした。試験試料を、25°C にて培養し、所定時間後、試験試料を正確にスライス (厚み 0.5mm 前後) し、顕微鏡にて連続観察した。

8) 有害環境真菌の検出技術および産生物質の評価に関する研究

環境中より真菌類を捕集・培養し、形態学的特徴から *Aureobasidium* 属菌を分離した。対象サンプルは、室内外の浮遊菌、室内塵、食品とした。分離した 100 株を培養し、多糖類を測定した。なお、多糖類の濃度は β グルカンを用いた検量線より求めた。 β グルカン (Klebsiella pneumoniae 培養液由来) と α アラビン (ヒト唾液由来) を用いて、培養液を酵素処理し、残存する多糖含量を測定することで多糖類の結合様式を簡易測定した。

9) 有害生物の制御処理技術に関する基礎研究

難水溶性有機溶媒のジメチルスルホキシド “DMSO”, アセトンキシレンならびにトルエンを 0.1% ソルビタンモノレオート 100, 50, 20, 10% に希釈した。それに *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullurans*, *Fusarium* sp. *Penicillium citrinum*, *Aspergillus niger* の 6 真菌胞子液を接種し、有機溶媒による真菌への影響を検討した。

3. 研究成果

1) 環境真菌の発生要因および制御技術の研究

洗面所、台所 (キッチン)、浴室、トイレ、玄関、リビング、和室、寝室、押入、北側洋室、クローゼットなどの室内環境を対象として真菌調査を行った。全試料数に対するそれぞれの真菌の検出数を検出頻度として、*Cladosporium* が最も多く、*Cladosporium* の家庭環境での検出頻度は高いことがわかった。

これらの調査結果から日本において初めて住環境の真菌マップを作成することができた。

2) 健康被害をもたらすアレルゲンの制御技術に関する研究

Der 1 ELISA の開発として、ビオチン化二次抗体として用いる Der p 1 に対する mAb, 5 種類と, Der f 1 に対する mAb, 2 種類の至適な組み合わせについて検討し新規にアレルゲン測定装置を開発できた。

成人アトピー型気管支喘息患者群と健常対照者群の寝具のダニによる汚染のレベルを比較した。Der 1 ELISA で測定した寝具塵中の Der 1 量の幾何平均値から両群間に有意差は認めなかった。

テープ法による寝具表面 Der 1 量の検出下限は 0.5 ng/m² であった。テープ法による寝具表面 Der 1 量と従来法での測定値, すなわち掃除機で採取した寝具塵中の Der 1 量との間の相関係数は, 寝具塵中の Der 1 量を室内塵重量あたり (μg/g dust) で表した場合には $r = 0.56$ ($p < 0.01$), 採塵面積あたり (ng/m²) で表した場合には $r = 0.50$ ($p < 0.01$) となり, いずれも有意な相関が見いだされたが, 相関係数はそれほど高くはなく, 両者の関係は必ずしも 1:1 で対応していなかった。

3) 住環境からの病原細菌の適切な除去方法の検討

消毒剤に対する結果をまとめた。suspension test では, 消毒薬作用前では菌数が 5.4~6.6 (\log_{10} CFU/ml) であったが, 消毒薬作用後では, 1%次亜塩素酸に作用させた *Y. enterocolitica* O3 が 6.6 から 1.7 (\log_{10} CFU/ml) に, *E. coli* O157 が 5.8 から 4.0 (\log_{10} CFU/ml) の減少に留まったが, いずれの消毒薬でも 1.0 (\log_{10} CFU/ml) 以下まで減少した。

surface test では, *E. rhusiopathiae* ではほとんど菌数の増加がみられなかったが, 他の 3 菌種では約 10~100 倍に菌数が増加した。床材上でバイオフィームを形成したこれらの菌体に消毒薬を作用させたが, 供試した 4 菌種はいずれの薬剤に対してもほとんど菌数の減少がみられなかった。

4) 動物由来有害微生物の制御に関する基礎研究

Staphylococcus spp. は動物体表, 人体表および住環境から分離された。菌種は動物体表が計 21 種, 人体表が 19 種, 住環境が 16 種であったが, 猫では他の動物に比べて分離菌種が多かった。一方, *Pseudomonas* spp. はいずれの材料からも全く分離されず, 大腸菌群は住環境の 1 検体から *Klebsiella aerogenes* が分離されたのみであった。一般真菌については, 動物体幹部, 外耳, 人体表および全ての住環境から分離された。動物, 人および住環境のいずれにおいても, *Cladosporium* spp. および *Rhodotorula* spp. の分離率が高かったが, 皮膚糸状菌などの病原性菌種は認められなかった。

5) ダニの生態発生要因制御技術の研究

室内塵中のダニ相及びダニ数の調査結果から, チリダニ類が極めて優位であったが, 家庭によってはコナダニに属するケナガコナダニ, ウスケダニまたホコリダニが極めて多数検出された個所も認められたが, ほとんどの家庭でチリダニ優位のダニ相を示した。30 種以上のダニ類を認めた。

ダニ数は, 調査家庭及び場所によって差が見られた。ダニ数の季節消長をみると, チリダニ及びチリダニ以外のダニ類ともに 8 月に極めて多く検出され, 次に 10 月が多く, 1 月には最低値を示した。季節別にみると, ダニ数はカーペットでは 8 月が多く, 寝具では 10 月が極めて多かった。

各家庭の室内塵中のダニ類の調査と同時に, 採取ごみの同一検体について, ダニアレルゲン測定を行った。ごみ中のダニアレルゲン量は, 多いもので Der1 量 134.03 μg/g, また Der2 量 108.38 μg/g であった。Der1 量と Der2 量は高い相関を示し, またそれぞれの抗原量とチリダニ数もよく相関した。アレルゲン量の室内分布についても, ダニ数の分布とほぼ一致した。

住環境設備型のヤケヒョウヒダニ及びコナヒョウヒダニの培養装置で, ダニの増殖を調べた。Dp の増殖至適温度は 30~33°C 付近, 75%RH の湿度条件下で増殖数がピークとなった。一方 Df は, 増殖至適温度は 30°C 付近, 80%RH の湿度条件下で増殖数がピークとなった。

6) 水系生物の微生物的・化学的研究

2年間にわたる開放式冷却塔水の角・丸形における真菌数と一般細菌数の相関性から, 丸形冷却塔水の場合に, 高い相関関係が認められた。真菌数と β-グルカンの相関性は, 高い相関関係は見られなかった。レジオネラ属菌は, 検水の濃縮を工夫した結果, 簡易検出キットにおいて 20CFU/100mL の検出感度が得られた。また, エンドトキシン濃度 200EU/mL 以上および SLP 活性 10pg/mL 以上でレジオネラ属菌の検出が高いことが確認された。また, 水の汚染指標でもある COD, NH₄-N, 色度, 濁度, 電気伝導率, 鉄, アルミニウム, 亜鉛, およびかび臭 (2-メチルイソボルネオール, ジオスミン, ケトンおよびアルコール類) の濃度が高い程, 冷却塔水中の真菌数は増加していた。

開放型冷却塔水の角形と丸形の比較により, 各冷却塔水施設の維持管理が向上した。

7) 有害微生物の制御処理技術に関する基礎研究

低栄養環境での *C. sphaerospermum* の発育過程は, 発芽, 発芽管形成, 菌糸成長, 発育停止あるいは発育後の

異常形態形成であった。人工培地では見られない連鎖の厚膜胞子を形成することが確認された。

1次分岐までの菌糸成長速度を測定した。スライドグラスでは lag phase から log phase に入る直前に発育が停止した。*C. sphaerospermum* は、栄養の殆どない環境でも水分さえあれば菌糸状態まで発育し、さらにその環境で長く生存できる厚膜胞子を形成することが判明できた。

シリコーンシーラントでの *C. sphaerospermum* の発育を観察した結果、培養3日目からシリコーンの中に侵入する菌糸が確認され、培養5日目では生殖細胞からの胞子形成が確認された。また、アルコール噴霧消毒したシリコーンの方が高圧蒸気滅菌したものより異常形態が多く観察された。

8) 有害環境真菌の検出技術および産生物質の評価に関する研究

生育したコロニーのうち、生育初期は乳白色で、全体に光沢のある湿潤したコロニーを形成し、次いで緑黒色に変化したもの、あるいはコロニー外郭に毛羽立った特徴を有する形質を示すコロニーを得た。分離した菌株は単菌分離操作を実施し、顕微鏡観察によって出芽型分生子が観察されるものを残し *Aureobasidium* 属菌株とした。室内外の浮遊菌、室内塵、食品より100菌株を分離した。100菌株の多糖生産量は、1.3~12mg/mlの範囲であった。酵素処理による多糖類の消化率を測定した結果、10~70%に分布した。IFO-6353株は、多糖生産量6mg/ml、酵素消化率62%を示した。

9) 有害生物の制御処理技術に関する基礎研究

48時間後での殺菌能はDMSO、50%、アセトンは20~50%と菌種により差が認められた。キシレンにおける各真菌の生残性は、各供試菌株によって異なった。すなわち *Cladosporium cladosporioides* は、処理1時間後まで、50%添加濃度の生残性が認められたが、その生残菌数は、顕著に低下した。処理時間の経過とともに生残菌数も低下した。トルエンにおける各供試菌株の生残性は、キシレンとほぼ同じ傾向を示した。

4. 考察・まとめ

1) 環境真菌の発生要因および制御技術の研究

生活環境にあってヒトに対して何らかの影響を及ぼす可能性の高い真菌は多い。今までの研究報告をみると、住宅内外での空中浮遊真菌の分布、推移やハウスダスト中での真菌について研究されていることが多く、室内住環境に付着する真菌のそれはほとんど調査されていない。この研究は3年間実施され、その間にヒトに対して有害とされる真菌の生態を知ることにより、その弊害であるヒトへの健康被害や建物の劣化汚損を防止するための技術を確立することにある。従って、3年間の前半は環境真菌の生態把握を目標として研究を進め、3年次には環境真菌の制御技術を研究することを目標として研究を遂行する予定である。

住宅に多い真菌は *Cladosporium* であった。*Cladosporium* は、中温性、好湿性であり乾燥には弱い真菌である。生態系での分布をみると土壌に多く、空中真菌の代表であり、住環境でも広範な分布をとる。一方、乾燥に強い *Penicillium* や *Aspergillus* は住環境でもリビング、寝室、タタミやハウスダストに主要な真菌とされ、今回の調査でも *Penicillium* や *Aspergillus* については同様の結果であった。長期にわたり生残できる性質を有しており、そのため、季節により湿気や気温が高くなると発生しやすい。このように住環境にみる真菌は、それぞれの適環境を作り出し、そこで活性を維持しながら生息し、様々な形態で活性を維持しており、その意味から住環境の真菌マップ作成の意義は大きい。今後、このマップをもとに今後制御技術へと進展させていく予定である。

2) 健康被害をもたらすアレルゲン制御技術に関する研究

アレルギー疾患、とくに気管支喘息の原因となる最も重要な室内環境アレルゲンは室内塵中に生息するヤケヒョウヒダニとコナヒョウヒダニである。とくにわが国は温暖、湿潤な気候から世界の中でも有数のダニ汚染地域の一つであるため、ダニ対策がアレルギー疾患制御のための最重要課題となる。ダニによる汚染の実態を把握してそれに対する有効な対策を立てるためには、汚染のレベルを正しく評価できる測定システムが必要である。さらに、このような測定システムは簡便で試料の処理能力に優れているということも必要条件となる。正確かつ簡便な測定システムの開発が望まれており、1つのELISAの中でDer p 1とDer f 1をまとめて測定できるシステムの開発を試みた。その結果、Der p 1が優位である住居からDer f 1が優位である住居まで、Der p 1とDer f 1の存在割合にかかわらず両者の合計量を反映する測定値が得られた。

さらに応用としてテープ法による測定も試みた。テープに付着した寝具表面由来のアレルゲン量の方が曝露の実態を反映する指標としてより有用であると考えられる。今後はテープ法を広く普及させるためには、まず高感度ELISAの普及を考えていく必要がある。

3) 住環境に存在する病原細菌の制御

供試した人畜共通感染症原因菌は、バイオフィルムを形成しない状態では、*E. coli* 0157が1%次亜塩素酸に対してやや抵抗性を示したほかは、供試した消毒薬に対して高い感受性を示した。しかし、バイオフィルムを形成

した場合は、消毒薬に対して高い抵抗性を示すことが明らかになった。このことから、これら病原細菌が一般家庭の床材を汚染し、その表面でバイオフィルムを形成した場合には、通常 suspension test で示される消毒薬に対する感受性に比べ、はるかに高い抵抗性を示すことを考慮に入れて、消毒薬の選定や使用を行なう必要がある。

4) 動物由来有害微生物の制御に関する基礎研究

動物と人との密着度が高くなるにつれてペット動物に起因する健康被害の増加が危惧されるようになった。ペットと人間の健康に関する研究の大部分は特定の病原体やアレルゲンについてであり、動物、人、住環境それぞれにおける微生物の動態を相互に関連付けて検討されることはなかった。今回の調査では、*Pseudomonas* や大腸菌群が動物、人、住環境からほとんど分離されなかったが、*Staphylococcus* や真菌は高率に分離され、健康状態の安定した動物や人において多様な菌種が存在することが明らかとなった。動物飼育家庭では非飼育家庭に比べ、人体表や住環境における *Staphylococcus* spp. の分離率が高く、真菌では、*Cladosporium* や *Rhodotorula* が住環境における主要構成菌であることから、動物や人の体表へと付着したものと思われた。動物飼育・非飼育家庭とを比べた場合、分離率、分離菌属数は前者が高く、真菌汚染の拡大に動物が関与している可能性は充分考えられる。

人の生活環境における微生物叢は動物そのものあるいは動物飼育により影響を受けることを示している。今回その影響の多くは非病原性菌において認められ、動物に由来する有害微生物を制御するためには、こうした微生物叢の変化が人の健康に及ぼす影響についてより詳細な研究が必要である。また、動物の健康をはじめとする生活環境の適切な衛生管理を行い、常在する微生物叢の安定化を志すことが大切であるように思われる。

5) ダニの生態発生要因制御技術の研究

ダニ類の中で全国的に優位を占めるチリダニ科に属するダニ類が高率に検出された。アレルゲン量については、ダニ数同様に少ない傾向を示したが、アレルギー疾患の関与に十分なアレルゲン量 ($>10 \mu\text{g}/\text{m}^2$) が認められた。また、アレルゲンの季節消長については、床面ではダニ数同様 8 月にピークを示した。これに対して、寝具において秋季にピークを示したことから、秋季におけるアレルギー疾患の発作の増加を考え合わせると、寝具中のアレルゲンの患者への関わりが益々重要な意味を持つことが示唆された。

住環境を、ダニ増殖装置を用いて評価を行う試みは、今まで行われておらず、住環境を生物学的視点から評価するという点で新規性は高いが、装置の設定までの評価等の検討が必要である。

6) 水系生物の微生物的・化学的研究

β -グルカンを測定することで、今まで測定時間を必要としていた真菌を迅速に検出することができた。冷却塔水で、真菌数と β -グルカンの相関性は、水道水や環境水とは異なり、高い相関関係は認めなかった。これは、冷却塔水が水道水や環境水とは異なり、循環水であることから、 β -グルカンによる指標が過去の真菌汚染もあわせて測定された結果と考察された。レジオネラ検出キットを用いた場合、3 時間以内で判定が可能となった。試料を改良メンブランフィルター法で濃縮することにより検出感度を 2~5 倍上げることができた。細菌および真菌の存在に関わると考えられる化学物質との相関性は、鉄、アルミニウム、銅などの金属が大きく関わっていることが考えられた。

冷却塔水の真菌汚染、 β -グルカン量、汚染指標項目、かび臭物質の成績には、相関性の高いことが明らかとなった。直接細菌あるいは真菌を測定せず、SLP を測定することにより水中の細菌あるいは真菌の存在を推定することが可能となった。

7) 有害微生物の制御処理技術に関する基礎研究

低栄養環境での *C. sphaerospermum* の発育過程は、発芽、発芽管形成、菌糸成長、発育停止あるいは発育後の異常形態形成であり、連鎖の厚膜胞子を形成することが確認できた。このような胞子形成は、*C. sphaerospermum* の過酷な環境での生存性、拡散性に深く関与するものと考えられた。*C. sphaerospermum* は、栄養のほとんどない環境でも水分さえあれば菌糸状態まで発育し、さらにその環境で長く生存できる厚膜胞子を形成することが判明でき、このような発育は *C. sphaerospermum* が生活環境および工業製品の主要汚染になる理由の一つであると考えられる。

一般には、基質中にみる汚染カビの形態は菌糸が主であると知られているが、基質中で胞子形成が初めて確認された。これはカビ汚染のメカニズムを研究する上で貴重な成果であると考えられる。

8) 有害環境真菌の検出技術および産生物質の評価に関する研究

黒酵母は、幅広く環境中に存在する常在性真菌の 1 種であり、室内環境、空气中、植物表面、土壌、食品工場の壁面などから検出されている。植物への付着性、プラスチック製品の劣化、壁面の黒色化などを引き起こす有害菌として知られているが、一方で、多糖類を生成する側面を持ち合わせている。本研究は *Aureobasidium* 菌株の生物活性を目的として、環境中より新たに幅広く菌株を検出・分離し、多糖類生産性に着目したところ、分離菌株の生物活性が得られた。今後さらに多糖産生に優れた菌株の有用性を評価する予定である。

9) 有害生物の制御処理技術に関する基礎研究

DMSO は、高濃度でも真菌の生残性に影響を及ぼさないことが明らかとなった。アセトンは、好湿性暗色性不完全菌類の生残性に影響を及ぼしていることが分かった。キシレンおよびトルエンに対する各供試菌株の生残性は、高濃度でも生残性がみとめられており、抵抗性が著しく高かった。近年の住宅環境は気密性が高く、空調設備の向上によって、湿潤な環境が制御されるようになった。また、住宅建設および改装工事には有機物質が高頻度に用いられている。化学物質による室内空気汚染（シックハウス症候群）の予防処置として、提案されている室内濃度指針値は、キシレンで 0.2ppm、トルエンについては 0.07ppm であり、難溶性有機物質は、住宅環境汚染真菌の発育を阻害せず、微生物汚染を助長していることを示唆した。

5. 研究発表

なし

6. 知的所有権の取得状況

- | | |
|-----------|----|
| 1) 特許取得 | なし |
| 2) 実用新案登録 | なし |
| 3) その他 | なし |