

B-53 納豆菌を利用したホルムアルデヒド 削減に関する基礎的研究

○ 春日亮平¹・佐賀栄一郎²・吉本國春^{3*}

¹東洋大学工学部環境建設学科 (〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100)

²㈱丸山工務店 (〒350-1300 埼玉県狭山市熊木町 42-29)

³東洋大学工学部環境建設学科 (〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100)

* E-mail: yoshi@eng.toyo.ac.jp

1. はじめに

住宅やビルなどで建材や接着剤に含まれるホルムアルデヒドやトルエン、キシレンなどの揮発性有機化合物などが原因となり、目や喉の痛み、頭痛などの症状が出るシックハウス症候群が発生している。

最近では食器棚や机などの家具、防虫防塵処理されたカーペット・寝具・カーテン、さらには法規制以前の建材や壁紙などからホルムアルデヒドの放散が依然として認められることから、ホルムアルデヒド対策が急務となっている。

筆者らは納豆菌の栄養素としてトリプトンソーヤ寒天培地を用いてホルムアルデヒドの削減に関する基礎的実験¹⁾を行ってきたが、培地にカビの発生が認められた。そこで納豆菌の栄養素として液体培地を使用したホルムアルデヒドの浄化・分解機能についての基礎的な実験を行ない、いくつかの知見が得られた。

2. 実験方法

(1) 実験法

実験容器 (10ℓのポリエチレン製容器 (図-1 参照)) 内のホルムアルデヒド濃度が設定値となるように、ホルムアルデヒドを垂らしたシャーレを実験容器にすばやく入れた。同様に三角フラスコに入れた納豆菌と栄養素を実験容器に入れて蓋をした。実験容器を 25℃の恒温室 (暗室) に入れ、24 時間経過したらホルムアルデヒド濃度を測定した。

(2) 浄化試料の作成

納豆菌は、納豆製造用の市販の水溶性のものを使用した。納豆菌の栄養素として、精製水 100ml にトリプトン 1.5g、ソイペプトン 0.5g、塩化ナトリウム 0.5g を加え、加温溶解した後 45~50℃まで冷ました。この栄養素 (液体培地) と納豆菌を 300ml の三角フラスコに添加し、恒温器で 36±1℃、24±2 時間培養し、浄化試料として用いた。

なお、トリプトンソーヤ寒天培地を使用した平板培養法により納豆菌数をカウントした結果、表-1 に示すように約 15 億個/ml 存在している。

また、納豆菌の形状・寸法を写真-1 に示す。

(3) 繰り返し実験

作成した浄化試料について、100ml 液体培地+納豆菌液 1ml (ケース①) と比較のための 10ml 液体培地+納豆菌液 1ml (ケース②) を用いて、ホルムアルデヒドで満たした実験容器を 24 時間ごとにセッティングしなおし、何回 (何日間) 使用できるか、繰り返して実験を行なった。

(4) ホルムアルデヒドの分析

液体培地からアンモニアの発生がわずかに認められたことから、ホルムアルデヒド濃度の測定は、㈱ガステックの No. 91L (定量範囲 0.1~5.0ppm) を使用して行なった。

ブランク値は、高濃度の測定が出来る No. 91 (定量範囲 2~20ppm) の検知管を使用して行なった。なお、高濃度の測定が必要な場合には、No. 91M (定量範囲 20~2000ppm)

の検知管を使用した。

実験容器内のホルムアルデヒド濃度のブランク値はおおむね8 ppm程度であった。

なお、室内のホルムアルデヒド濃度の測定を高速液体クロマトグラフィーと検知管で同時に行なった。その結果、同一の測定値が得られたことから、本研究においては、簡単かつ迅速に測定が可能な検知管を用いて測定を行うこととしたものである。

3. 実験結果

(1) ケース①

a) 実験開始から経過日数 60 日目まで

液体培地 100ml使用した実験では、図-2 に示すように実験開始後 3 日間は定量下限値 (0.1 ppm) 以下であった。

4 日目から 9 日目まではホルムアルデヒド濃度が 0.5 ppm から 1.5 ppm までわずかに上昇したが、10 日目以降は定量下限値以下となり、経過日数 60 日目まで継続した。

実験開始直後は、水面に白い紐状の浮遊物が認められたが、2 日目以降、その浮遊物は沈殿していた。

b) 経過日数 79 日目から 108 日目まで

実験を途中で休止した場合の影響を把握するために、納豆菌の入った三角フラスコにアルミホイルで蓋をして、25℃の恒温室(暗室)に入れておいた。休止期間は 18 日間(以下「実験休止」)。

実験再開後の 4 日間と 6 日間の 2 回、実験を休止したが、ホルムアルデヒド濃度は、図-2 に示すように継続して定量下限値以下であった。

c) 経過日数 109 日から最終日の 317 日目まで

さらに長期に実験を休止した場合の影響を把握するために、195 日間の休止期間を設けた(以下「長期実験休止」)。長期実験休止後、実験を再開(304 日目)した後のホルムアルデヒド濃度を図-3 に示すが、継続して定量下限値以下であった。

(2) ケース②

a) 実験開始から経過日数 18 日目まで

液体培地 10ml使用した実験では、図-4 に示すように実験を開始してから 18 日間継続して定量下限値以下であった。

実験開始直後に水面に白い紐状の浮遊物が認められ、2 日目以降、その浮遊物が沈殿していたのは、ケース①と同様であった。

b) 経過日数 19 日目から 66 日目まで

ケース①と同様に 18 日間の休止期間を設けた。また、実験再開後の 4 日間と 6 日間の 2 回、実験を休止したが、ホルムアルデヒド濃度は、図-4 に示すように継続して定量下限値以下であった。

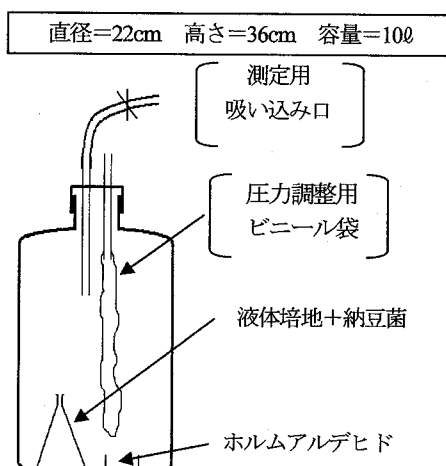


図-1 実験装置

表-1 納豆菌数(コロニー数)(単位: 個/ml)

RUN	1	2	3	4	平均
1 億倍希釈	14	15	18	14	15.3
10 億倍希釈	1	0	2	1	1



写真-1 納豆菌(大きさ:1μm)

c) 経過日数 67 日から最終日の 276 日目まで

ケース①と同様に 195 日間の長期の実験休止期間を設けた。長期実験休止後のホルムアルデヒド濃度を図-5 に示すが、2.0 ppm から次第に増加して実験最終日には 4.0 ppm を示していた。

長期実験休止期間中に液体培地の水分が蒸発してほとんどなくなっていたことから、納豆菌によるホルムアルデヒド浄化能が十分に発揮できなかったことが、ホルムアルデヒドを完全に削減出来なかった原因ではないかと考えられる。

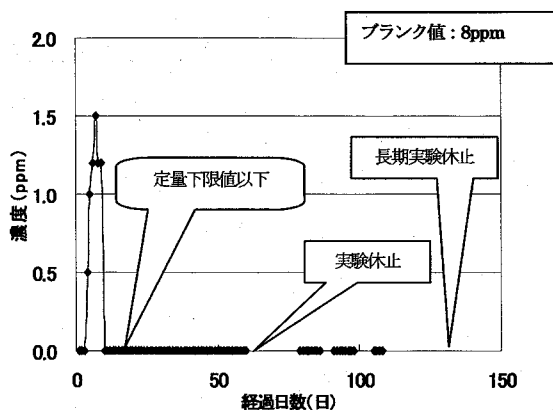


図-2 100ml液体培地+納豆菌 1ml

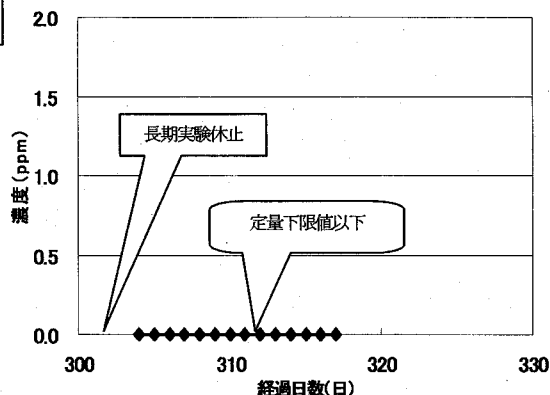


図-3 100ml液体培地+納豆菌 1ml

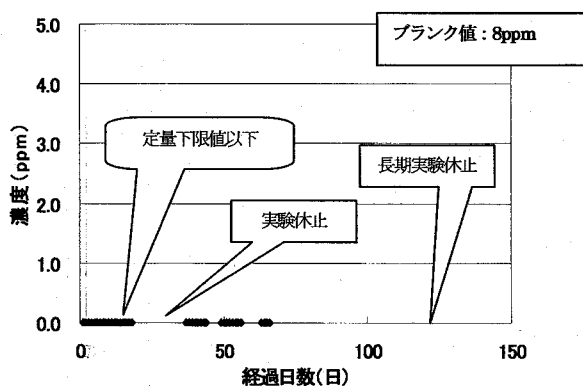


図-4 10ml液体培地+納豆菌 1ml

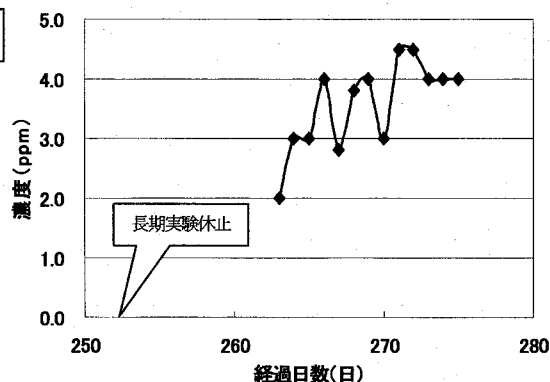


図-5 10ml液体培地+納豆菌 1ml

4. まとめと今後の検討課題

(1) 納豆菌によるホルムアルデヒドの浄化・分解効果

100ml液体培地+納豆菌 1mlのケースでは、実験開始4日目から9日目までの間は、0.5ppmから1.5ppmまでわずかなホルムアルデヒドが認められた。その後は、18日間、4日間、6日間、195日間と4回の実験休止期間を挟んでいるにもかかわらず、308日間の実験期間中はすべて継続してホルムアルデヒド濃度は定量下限値以下であった。

なお、実験開始後にわずかなホルムアルデヒドが認められた原因については不明であり、今後の検討課題である。

10ml液体培地+納豆菌 1mlのケースでは、18日間、4日間、6日間と3回の実験休止期間を挟んでいるにもかかわらず、実験開始から長期実験休止前までの67日間は、継続してホルムアルデヒド濃度は定量下限値以下であった。しかし、長期実験休止後にホルムアルデヒドが認められたが、この理由としては液体培地の水分が蒸発してほとんどなくなっていることから、納豆菌によるホルムアルデヒド浄化が十分に発揮できなかったことが原因ではないかと考えられる。

(2) 納豆菌によるホルムアルデヒドの削減の可能性

実験を行った2ケースにおいて、

- ・100ml液体培地+納豆菌 1mlのケースでは、実験開始当初にわずかなホルムアルデヒドが残存したこと、
 - ・10ml液体培地+納豆菌 1mlのケースでは、実験が長期に及んだことから、液体培地の水分がなくなり、263日以降の実験ではホルムアルデヒドが残存したこと、
- といった問題点は指摘されるが、いずれも技術的に解決可能と考えられることから、納豆菌によるホルムアルデヒド浄化の可能性が期待される。

しかし、実験を継続するにつれてアンモニア臭が次第に顕著になってきたことから、窒素分を少なくした栄養素を使用するなど、アンモニアの発生を少なくする検討が必要である。

<参考文献>

- ① 佐賀栄一郎, 北山隆行, 吉本国春 “納豆菌によるホルムアルデヒド削減に関する基礎的研究” 第43回環境工学研究フォーラム講演集, 土木学会, p.122～p.124, (2006.)