

流動する気層中の微生物に及ぼす磁場の影響*

山本 忠**、小原 志朗***

気流中の微生物に対する磁場の殺菌効果を検討するために、永久磁石を用いたモデル試験を行った。室内空気換気装置中に放射状に成形した磁場装置を取り付け、75m³の室内で 24 時間の試験をおこなった。その結果、磁場装置を取り付けると 6 時間以内に浮遊微生物が大幅に低下した。また、落下微生物数も磁場装置を取り付けることにより減少した。これらの結果から、磁場装置の微生物抑制効果が示唆された。

キーワード：磁場、微生物、抑制

The Effect of the Magnetic Field on the Microorganism in Air Flow

YAMAMOTO Tadashi, OBARA Shirou

The model tests using permanent magnet were carried out in order to examine the sterilization effect of magnetic field for the microorganism in air flow. Radial magnetic field device was molded in a room air ventilator, and tests were done in the 75m³ room for 24 hours. As the result, the number of suspended microorganisms in the was drastically reduced within 6 hours by use of this magnetic field device. And, the number of falling microorganism also reduced by use of this magnetic field device. From these results, the suppressing effect to microorganism number of the magnetic field device was indicated.

key words : magnetic field, microorganism, control

1 結 言

磁場が微生物に与える影響について、近年、石橋らはフェライトのフィルターを用いた試験で、一般浮遊細菌に殺菌効果¹⁾があると報告した。また、今までにも多くの研究が進められており、いくつかの成書^{2),3)}も出されている。その中では、磁場による微生物への何らかの影響⁴⁾や清酒での試験を基に磁気殺菌の可能性について⁵⁾吉村が触れている。さらに、空気中の微生物、浮遊菌への影響については、除菌効果の可能性⁶⁾について重光によって言及されている。

著者の小原は、磁場の浄水装置を販売しており、磁場の用途の拡大を検討していた。そのひとつとして、磁場が水中以外で存在する微生物に与える影響について、技術相談としていくつか試験を行った。たとえば、静止磁場の効果を見るためにシャーレを磁石で挟んで微生物の生育試験を行った。また、磁場中を気流が通過する例としては、ポンプで空気を送りながら糸状菌の胞子を磁石で挟んだチューブを通過させて、磁場による微生物活動抑制の確認の試験を実施した。その結果、静止磁場中では微生物活動抑制効果がなかったが、気流下で磁場を通過させることによる除菌の可能性が示された。

今回の試験では、磁場の微生物抑制効果が実用的かどうかを検討することに主眼を置いて行った。特に、単に菌体落下の促進による可能性、つまり再度舞い上がる可

能性を調べるため、落下微生物の動向を検討した。磁場の影響を受けた微生物の挙動を推定するために行った試験結果を報告する。なお、こうした微生物の活動抑制効果を示した結果をまとめ、「空気清浄装置」として特許出願した。また、同時に、これらの結果を生かした内容で実用装置の開発を進めている。

2 実験方法

2-1 試験に用いた磁石及び装置

磁場装置作成に用いた永久磁石は、1,850 ガウスの A 社製の永久磁石で、40mm×40mm×10mm のものを 2 枚組み合わせる 1 組として使用した。この磁石を、図 1 に示したように放射状に 10 組、中心部に磁石を更に 1 組固定した。

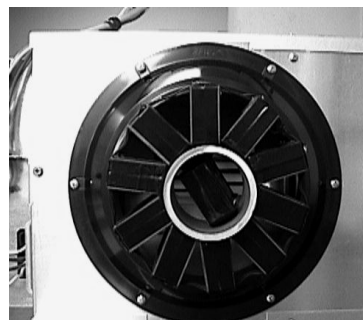


図 1 磁石の組み立て状況

* 技術相談

** 企画情報部(現 財団法人いわて産業振興センター)

*** 株式会社ワンダーライフ)

これにより、磁石間の距離が最大幅の部分でも磁気は1,800 ガウスとなっている。また、磁石表面の微生物ふき取り試験を行うために、組み立てた装置は、塩化ビニールのパイプに組み込み、簡単に取り外しできる構造とした。試験では、この装置を換気ユニットの吹き出し口に設置した。

2-2 微生物試験法

微生物試験は、衛生試験法⁷⁾に準じて行った。浮遊微生物の吸引は、Biotest社製のRCS Plusエアサンプラーで行った。試料の吸引は、除菌装置の噴出し口から3m離れた高さ1.5mの地点で、室内の空気を吸引して試験を行った。一般細菌は、空気を2000吸引してアガーストリップTCを用い、30℃、2日間の培養で測定した。真菌の生育は、1,000吸引してアガーストリップYMを用い25℃、5日間の培養で測定した。

また、床面落下微生物の測定は、吹き出し口から0m、1m、3m、5m離れた地点の床面で、直径9cmの培養シャーレを各3枚で、5分間の暴露試験を行った。一般細菌は、標準寒天培地を用い、30℃、2日間の培養で測定した。真菌は、ポテトデキストロース培地を用い、25℃、5日間の培養で測定した。シャーレの培地表面積は一枚当たり約60cm²で、菌数は4地点の計12枚のシャーレに生育した菌数の合計で示した。

磁石面の微生物試験は、磁石面と合う大きさに切った滅菌ろ紙に2mLの滅菌生理食塩水を吸収させた後、磁石面に3分間貼り付け、そのまま標準寒天培地に貼り付けて培養して一般細菌とした。真菌の測定は、一般細菌測定後、新たなろ紙で同様操作を行い、ポテトデキストロースで培養した。なお、ろ紙を取ったあとと表面の水分を滅菌済みキムワイプでふき取り、試験を継続した。

2-3 実用化試験装置

実用装置は、(株)東芝製熱交換・換気ユニットVN-350SS2に、磁場装置を取り付けて、約75m³の室内で循環させる試験を行った。換気ユニットの風量は350m³/hを用いた。

前日に窓を開けて外気を取り込んでから1日室内を締め切っていた部屋で、空気を熱交換・換気ユニットを通したあと試験区では磁場装置を通過させ、時間単位で微生物数を測定した。

3 結 果

3-1 実用装置による微生物測定

結果は、浮遊一般細菌については、真菌と吸引量をあわせるため1,000に換算して示した。図2に示したように、磁場を設置しないで空気を流した場合、開始時菌数に対して、3時間で2.5倍以上になり、以降減少に転じ、24時間後には開始時の同数程度に戻っていた。一方、磁場装置をとおすことにより、開始時菌数に対して、1時間で2倍近くなり、磁場なしと類似の変化であったが、

3時間後には大幅に減少し、24時間後でも減少を維持していた。このように、空気を流動させると、床面に存在していた微生物が舞い上がることによる初期の増加以降は、磁場の存在が浮遊一般細菌数を減少させる結果となった。

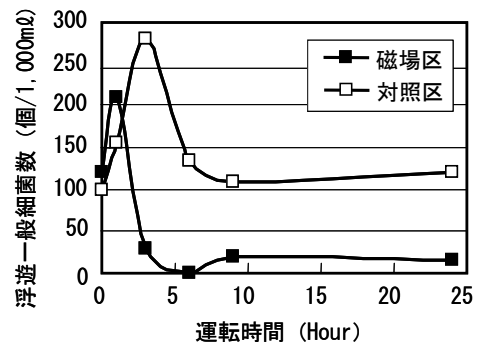


図2 磁場の浮遊一般細菌への効果

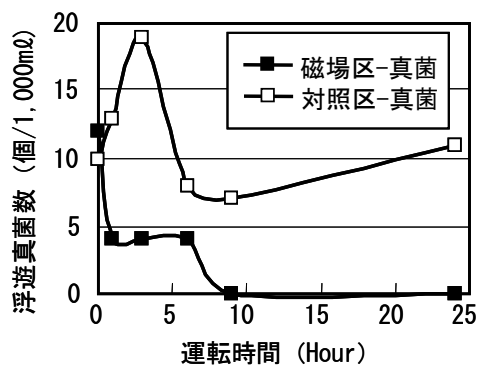


図3 磁場の浮遊真菌への効果

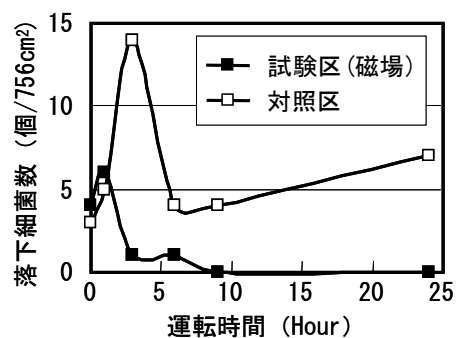


図4 磁場が落下一般細菌に与える影響

また、浮遊真菌類については、図3に示したように、初発菌数自体が多くなかったが、磁場のない対照区は3時間で2倍近くになりその後若干減少した。しかし、24時間後には開始時の菌数程度になった。

一方、磁場を通した場合には、1時間後には半減し、9時間以降には真菌は検出されなかった。このように、空気を流動させると、磁場の存在が浮遊真菌数を減少させる結果となった。

床面に置いたシャーレに生育した微生物数で計測した落下一般細菌についても、図4に示したように、磁場な

しで空気を流した場合、開始時に比べ、1 時間で降増加に転じ、3 時間で大幅増加になり、6 時間後は開始時のレベルに戻った。一方、磁場装置を通した場合、1 時間で若干増加したが、3 時間で減少に転じ、9 時間ではゼロになった。このように、空気を流動させると、磁場の存在が落下一般細菌数を減少させる結果となった。

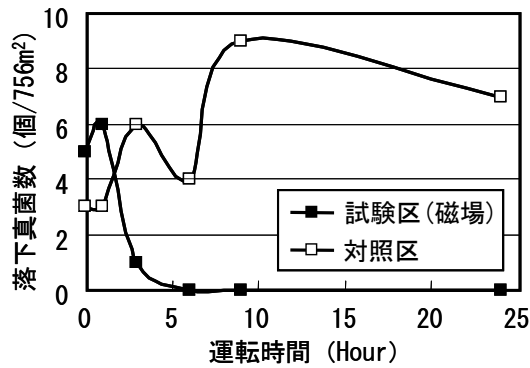


図 5 磁場が落下真菌に与える影響

また、浮遊微生物と落下微生物の関係は、一般細菌では図 6 に示したように浮遊菌数と落下菌数に高い正の相関が見られた。それに対して、真菌は元々の数が少ないこともあり図 7 に示したように明確な関係は得られなかった。

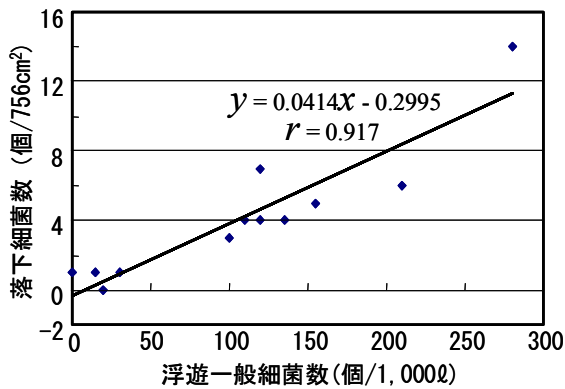


図 6 一般細菌での浮遊菌数と落下菌数の相関

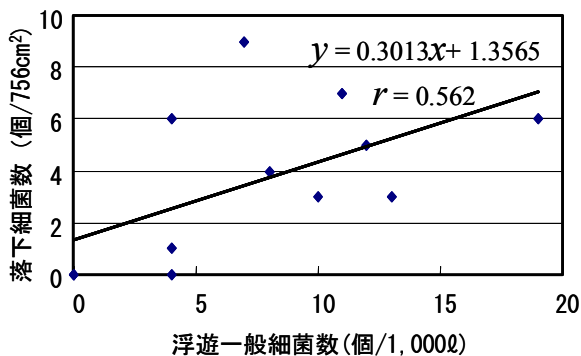


図 7 一般細菌での浮遊菌数と落下菌数の相関

3-2 磁石付着微生物

磁石表面に付着する一般細菌の変化を図 8 に示した。

1 時間目と 3 時間目に若干検出されたが、以降減少に転じ、9 時間目からは検出されなかった。

磁石表面に付着する真菌についての変化を図 9 に示した。1 時間後に若干検出されたが、3 時間目からは検出されなかった。

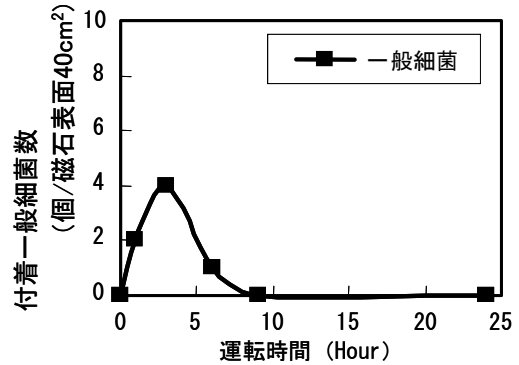


図 8 磁石表面に付着している一般細菌数の変化

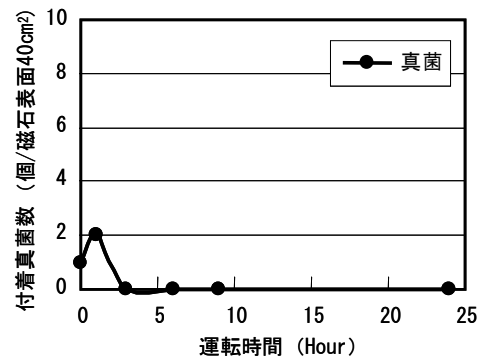


図 9 磁石表面付着真菌数の変化

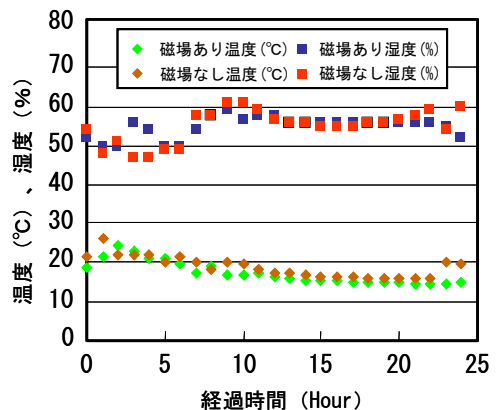


図 10 効果測定時の温度及び湿度

3-3 測定時の環境条件

測定実施時期が、11 月であり、昼間は暖房が入り、暖房の切れる夜間に温度が下がるので、図 10 に示したように、温度は 15℃～25℃程度で変動し、湿度は 50～60%であった。

4 考察と結言

永久磁石で作った放射状の磁場の中に、気体を通過させた場合、浮遊一般微生物は、磁場を通過させないものに比べ著しく減少した。また、床面に落下する一般微生物は、磁場を通過させないものに比べ大きく減少した。

このことは、空中に浮遊している微生物が磁場の影響を受け、大きな固まりなどになり単に落下して床面に生息しているとか磁石に付着することで減少すると言うより、磁場による微生物の存在に対する抑制作用の可能性が大きいものとなった。

この試験で、開始直後に菌数が増加しているが、換気装置を作動することで、床面等に生息あるいは付着している微生物が舞い上がり一時的に増加したものと考えている。

この磁場の微生物に対する効果について、石橋らの用いたフィルターの場合は、接触感電の考え方の提案¹⁾がある。本実験システムは接触が中心ではないため、今後さらに検討する必要があると考えている。

磁場の中で空気を流動させることで、数時間後に存在する菌数に大きな差が出たことは、変動磁場の効果⁸⁾とも考えられる。また、重光は除菌効果について3つの可能性を述べている。

- ①直接、微生物の生存に関する因子であるたんぱく質やDNAなどに作用する。
- ②菌体表面のイオンなどに影響を与え、菌体同士が結合しやすくなり落下する。
- ③菌体表面の電氣的バランスに影響を与え、壁面等へ吸着する可能性についてである。

今回の試験からは、上記②の菌体同士の結合については、浮遊微生物数と落下菌数の相関が強かったことから可能性は少ないと考えている。

こうした物理的な環境の変化が微生物に与える影響試験については、西川ら⁹⁾によりプラズマ下でのイオンによる微生物制御の報告がされ、その現象を細菌表面の細胞膜のたんぱく質2次元電気泳動で、たんぱく質のフラグメント化で説明¹⁰⁾するなど新しい知見が見出されている。

こうしたことから、試験系を整備点検して、送風速度との関連を検討するとともに、今後、原因を明らかにする試験系を創出することに勤め、抗菌スペクトルについても検討したい。なお、本研究は、平成15～16年度の技術相談として行った。

文 献

- 1) 石橋 新一郎, 佐藤 寿彦, 嶋貫 孝, 奥田 舜治, 菊野 理津子, 曾我 英久, 高瀬 昭三, 石橋 定己: 病院内での微生物に及ぼす超微粒子強磁性フェライトの殺菌効果、液体および粉末冶金: **50**, 125-129 (2004)
- 2) 高橋 不二雄: 磁気と生物, 学会出版センター (1984)
- 3) 大森 豊明 監修: バイオ電磁工学とその応用, フジ・テクノシステム (1992)
- 4) 高橋 不二雄: 磁気と生物, **85**, 学会出版センターs (1984)
- 5) 大森 豊明 監修: バイオ電磁工学とその応用, 681, フジ・テクノシステム (1992)
- 6) 大森 豊明 監修: バイオ電磁工学とその応用, 362, フジ・テクノシステム (1992)
- 7) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解, 金原出版 (2000)
- 8) クオーク編集部: Quark, **9**, 26, 講談社 (1990)
- 9) Kazuo Nishikawa and Hideo Nojima: Air purification effect of positively and negatively charged ions generated by discharge plasma at atmospheric pressure, Jpn. J. Appl. Phys, **40**, 835-837 (2001)
- 10) シャープ: ニュースリリース, 2004年11月17日