

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：30109

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651028

研究課題名(和文) 津波由来ヘドロ浮遊粒子とバイオエアロゾルが感染に及ぼす影響と予防に向けた研究

研究課題名(英文) Investigation of tsunami deposit as a source of airborne dust and its potential effect and prevention for infection by bioaerosols

研究代表者

能田 淳(NODA, Jun)

酪農学園大学・獣医学群・准教授

研究者番号：70551670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：2011年の東日本大震災による津波由来ヘドロ堆積物は、微細な粒径から乾燥後に浮遊粒子状物質(SPM)として大気中への拡散がおこる。これらSPMが微生物由来成分を含むエアロゾルが大気中で及ぼす影響を検証することで感染症の拡大予防などに向けた知見を得られると考えた。実験には異なるエアロゾルを混合する容器を用い異なるSPMと細菌を含むエアロゾルをモデルとして混合試験を実験室にて行った。その結果、異なるSPMによって細菌の活性維持に影響の違いが及ぼされることが解明できた。異なるSPMが感染の拡大などに及ぼす影響などを把握するためには、更なるバイオエアロゾル研究の必要性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Dry marine sediment and sludge deposit may become a source of suspended particulate matter (SPM) after the tsunami disaster in 2011, Japan. Further understanding of interaction between SPM and bioaerosol in the atmosphere may contribute to prevent spread of pathogenic microbes through air. This work investigates the effect of marine deposits and some other type of SPM to attribute a survival of biological aerosol in the tropospheric condition. Experiments were carried out with a reaction chamber to examine different types of SPM and bioaerosol in a laboratory. Results indicated that the SPM of marine deposit and model enteric bacteria had significantly higher survival rate than other SPMs examined. The different SPMs may play a significant role for the survival of airborne bacteria and other pathogenic microbes. It is necessary to further investigate the interactions between SPM and bioaerosols to understand factor influencing spread of pathogens to safeguard public health.

研究分野：環境衛生

キーワード：バイオエアロゾル 細菌 浮遊粒子状物質 大気環境

1. 研究開始当初の背景

2011年の東日本大震災では多くの沿岸地帯が津波の被害を受けヘドロの滞留が様々な場所に発生した。これらのヘドロは時間経過と共に乾燥し、その微細な粒子径から粉塵として大気中に舞い上がることから、大気中の浮遊粒子状物質(SPM)の増加に伴う、健康被害への影響が被災地でのボランティア活動参加者や現地の方達から懸念されていた。ヘドロ由来の粉塵自体が有害物質を含むことは十分考えられことから、これらを測定することは公衆衛生上のリスク管理として重要である。本研究ではヘドロ由来の砂埃が大気環境中に放出され浮遊粒子状物質(SPM)として存在した際に、それらが病原性細菌・ウイルス等を含むエアロゾル(バイオエアロゾル)として混在している状況を想定し、これらがバイオエアロゾルの感染性や不活化や拡散に及ぼす影響について検証することが必要と考えた。

エアロゾルなどを介して感染が拡大する病原性ウイルス性疾患は重要な経路とされているが、それらのメカニズムについてはまだ未解明な部分が多く存在し、エンベロープを有するインフルエンザウイルスの例では、低温低湿度下にて感染が広がり易いことが動物実験などから報告されている。また、インフルエンザ感染患者の呼気中に含まれる、粒径 $1\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルから多くのインフルエンザウイルスが検出され、感染源として示唆されており、これらサブミクロンサイズ以下のエアロゾルの挙動を検証していくことも重要である。そこで、本研究では、大気中に放出されウイルスを含むバイオエアロゾルは、環境中に存在するSPM等に吸着や凝集する可能性が高く、それら環境中に存在するSPMの組成成分、粒径分布など物理化学的な情報を踏まえての総括的な検証が必要であると考えた。

2. 研究の目的

異なる成分組成のエアロゾルとバイオエアロゾルの混和物が、異なる温度、湿度、紫外線照射下で、どの要素によって強く不活化されるかについて、定量化していくこと、それらの結果から疾病蔓延の予防策のための情報提供を行うための基礎的な知識の収集を本研究の目的とした。



図1. 対流式反応チャンバー

3. 研究の方法

ヘドロ由来SPMと生物由来エアロゾル検証を行うにあたり、シュミレーション試験を行なうための対流式反応チャンバー(図1)を考案、構築・作成した。試験用チャンバーは、エアロゾル研究で実績のあるスウェーデン・ヨーテボリ大学研究者と研究技師の協力により、共同で作製を行った。予備試験としてヨーテボリ大学の大气科学チームの協力を得て、エアロゾル発生装置(ネブライザー)、ナノサイズのエアロゾル測定装置を用いたで行った。これには、バイオエアロゾルの基質となる生物由来タンパク、脂質などから生成されるエアロゾルの粒径分布の解析を試みた。これには光学式パーティクルカウンター(OPC)にて $0.3\mu\text{m}$ 以上の粒子数を、またそれ以下の浮遊粒子を、走査型移動度粒径測定器(ヨーテボリ大学)にて比較測定を行なった。また、このチャンバーは1、2房可変式であり、(可動式分離弁にて変化可能)であり、2つの異なる性質を持つエアロゾルを個別に挿入し、安定した状態が確認してから混和が行える。実験では、環境中SPMを第1房に、モデルバイオエアロゾルとしてバクテリアを第2房にそれぞれネブライザーな

どでエアロゾル化し噴霧しそれぞれの濃度を OPC にて粒径分布と濃度を確認した。ある一定時間を置いてから、分離弁を開き、2つのエアロゾルを混和して、1~2時間放置した。ここで、一定時間放置するのは、粒径が比較的小さい、大気中に長時間浮遊している粒子群を検証するためである。

具体的には、環境中 SPM として、PBS 溶液（コントロール）津波由来ヘドロ、ゴビ砂漠由来ダストなどを第 1 房に、バイオエアロゾルとして、取り扱いや培養が安全で簡便な非病原性大腸菌 DH5 をリン酸緩衝液（PBS）と混合して使用した。PBS、ヘドロ、ダストなどの試験用 SPM は使用前に加熱滅菌にて不活化を行った。本試験では DH5 の生菌を使用した培養法にて菌数を求めており、初期の噴霧液菌数を基準値としてチャンパー内に噴霧し、一定時間後にエアロゾルを捕集後にそれらの菌数を測定した。エアロゾルの捕集には、バイオエアロゾルの捕集効率が高いバイオサンプラーを利用した。メカニズム的にはインピンジャー様の液体に捕集するものであるが、流入する空気の流れから渦を作り捕集効率を上げている。

これらの実験を異なる SPM とバイオエアロゾル（DH5）で行い、それぞれの混和物における菌数の減少率から環境中 SPM の影響を評価した。

4. 研究成果

製作したチャンパー、ネブライザーによって生成させてエアロゾルが数時間に渡り安定した状態で保たれ、対流圏における混和状況のシュミレーション実験を行うことが十分可能であることを、複数のエアロゾル測定機器にて検証、確認できた。異なる SPM（PBS、津波由来ヘドロ、ゴビ砂漠由来砂）の混和実験では、ヘドロ由来 SPM の存在が他の 2 つの SPM に比べ、有意に高い生存率（ $p < 0.05$ ）が確認された。このことから、ヘドロ由来

SPM に含まれる何らかの要素が関係していることが示唆された。図 2. a) 津波由来ヘドロと b) ゴビ砂漠由来ダストの顕微鏡画像からそれぞれの表面組成が異なることがわかる。

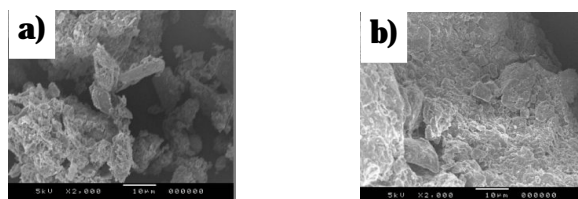


図 2 . a) 津波ヘドロ、b) ゴビ砂漠ダスト

表面組成がどの様にバイオエアロゾルと相互作用を持つのか、また様々な環境ストレスに対してどの様な保護作用があるのか、更なる検証が必要である。

現在、詳細な化学成分の分析を進めているが、肉眼での検証から津波由来ヘドロがより濃色であり有機物質の存在が考えられる。有機物質の組成などの詳細がわかり次第さらなる考察が可能になるであろう。現段階では多くの不特定な要素が存在しているが、バイオエアロゾルの大気中挙動を調査するためのシステムが構築できたことがこれら予備実験に確認でき、より取り扱いが難しいウイルスやヘドロ由来の粒子を使った大気環境中の試験を行うための道筋が出来た。これらの実験から、バイオエアロゾルに含まれる病原体などは大気中に浮遊する様々な SPM の成分などに影響されている可能性が示唆された。これらの結果から、異なる SPM が感染拡大などに及ぼす影響などを把握するうえにおいて重要な要素であり、更なるバイオエアロゾル研究の必要性が示唆された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

Noda, J., Noguchi, I., Dashdondog, B.,

Nakaya,T., Hagiwara, K. (2014)
Investigation of Biological Tracer
Approach for Asian Dust Transport event
in spring of 2012, International aerosol
conference, 2014 年 9 月 2 日, Busan,
Korea (口頭発表)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

能田 淳 (NODA, Jun)
酪農学園大学 獣医学群・准教授
研究者番号 : 70551670

(2) 研究分担者

萩原 克郎 (HAGIWARA, Katsuro)
酪農学園大学 獣医学群・教授

研究者番号 : 50295896

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :