

令和2年7月27日

報道機関 各位

## 日本の都市域および郊外における細菌バイオエアロゾルの特徴を解明

### 【概要】

富山大学学術研究部理学系の田中大祐教授、広島大学学術・社会連携室の藤吉 奏助教、丸山 史人教授らの研究グループは、日本の都市域および郊外における細菌バイオエアロゾルの特徴を明らかにしました。本研究は、屋外大気における細菌の群集構造(細菌叢)、多様性、粒径に関する特性と、ヒトの健康への潜在的な影響を評価する基盤となることが期待されます。本研究成果は、2020年7月22日10時(日本時間2020年7月22日18時)に英国科学雑誌「Scientific Reports」において公開されました。

### 【研究成果のポイント】

- ・ 日本の都市域(横浜市)および郊外(富山市)において大気試料を粒径別に捕集し、高速シーケンサーによる網羅的なメタゲノム解析を行ったところ、粒径 1.1  $\mu\text{m}$  の閾値で細菌の群集構造(細菌叢)、多様性、密度が異なることが両地域で明らかとなりました。
- ・ 都市域では *Propionibacterium* 属、*Staphylococcus* 属、*Corynebacterium* 属などヒトの皮膚常在細菌が特徴的に認められたのに対し、郊外では *Methylobacterium* 属や *Sphingomonas* 属などの土壌や植物に関連する細菌が特徴的に認められました。
- ・ 大気中の細菌の中で僅か 0.5%程度含まれる呼吸器感染症を引き起こす可能性のあるレジオネラ属菌が、両地域の主に粒径 2.1  $\mu\text{m}$  以上の粗大粒子側で検出され、系統解析の結果から冷却塔に生息するレジオネラ属菌が大気を介して国内で広がっている可能性が示されました。

## 【背景】

大気中浮遊粒子状物質の構成要素には生物由来が約 25%(粒子数) 含まれるといった報告があるにもかかわらず、これまでは質量濃度、化学成分(元素、イオン、有機系化学物質)などの解析が主でした。このため、健康被害を少しでも削減するための取組みとして、国内外では物理化学的な作用だけでなく生物的要因による影響も含めた科学的知見の収集が展開されています。生物に由来するエアロゾル(浮遊粒子状物質)はバイオエアロゾルとよばれ、細菌、真菌、ウイルス、花粉、古細菌など多様であり、それらの挙動は未解明となっています。また、最近大きな問題となっている新型コロナウイルスの例では、空気感染が証明されつつあるが、まだ未解明な部分が多く残されています。我々は、これまでの研究から季節や標高(平野部、高所山岳)によって大気中の細菌や真菌の群集構造(種組成の構成)や密度が異なることなどを報告してきました(Tanaka et al., *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 2019; Tanaka et al., *Aerobiologia*, 2015)。しかし、大気中に存在する微生物の時空間的動態や粒径に関する特性などの知見は不足しています。

## 【研究の概要】

大気中には、細菌、真菌、花粉などのバイオエアロゾルが存在しています。それらは人の健康、農業、気候、生態系に影響を与えられていると考えられているが、大気中に存在する微生物の時空間的動態や粒径に関する特性などの知見は不足しています。本研究では、富山市と横浜市で大気試料を分級捕集し、細菌の群集構造解析と定量を行い、地域や粒径による差の把握を目指しました。

大気試料は、2016年8月～10月の間に、富山市の富山大学理学部と横浜市の建物の屋上(それぞれ標高約20 m)にて、アンダーセンエアサンプラーを用いて9段階に分級捕集(分級範囲:0.43～11.0 μm)しました。各試料からDNAを抽出後、高速シークエンサーを用いた細菌群集構造解析とリアルタイムPCR法を用いた全細菌の定量を行いました。

各分級試料について細菌群集構造を解析した結果、粒径1.1 μmの閾値で細菌群集構造、多様性、全細菌密度が異なる傾向が両地域で見られました(図1と2)。また、門レベルでは Proteobacteria 門、Actinobacteria 門、Firmicutes 門が優占していました。属レベルでは、横浜市の都市域では *Propionibacterium* 属、*Staphylococcus* 属、*Corynebacterium* 属などヒトの皮膚常在細菌が特徴的に認められたのに対し、富山市の郊外では *Methylobacterium* 属や *Sphingomonas* 属などの土壌や植物に関連する細菌が特徴的に認められました(図3)。興味深いことに、レジオネラ症を引き起こす可能性のあるレジオネラ属菌が、両地域の2.1 μm を超える粗大粒子側を中心に約0.5%程度の割合で検出されました。また、系統解析結果より冷却塔

に生息するレジオネラ属菌が大気を介して国内で広がっている可能性が示されました(図4)。これらの結果は、屋外のエアロゾルにおける細菌群集の組成、多様性、粒径に関する特性と、ヒトの健康への潜在的な影響を評価する基盤となることが期待されます。

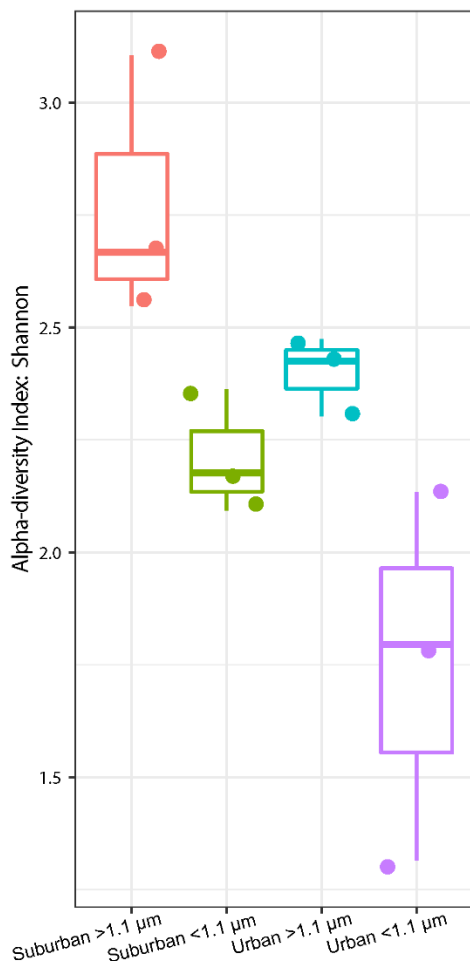


図1. 細菌多様性指数の比較。郊外 (> 1.1 μm, 赤), 郊外 (<1.1 μm, 緑), 都市域 (> 1.1 μm, 青), および都市域 (<1.1 μm, 紫) の4つのサンプルグループの結果を示す。

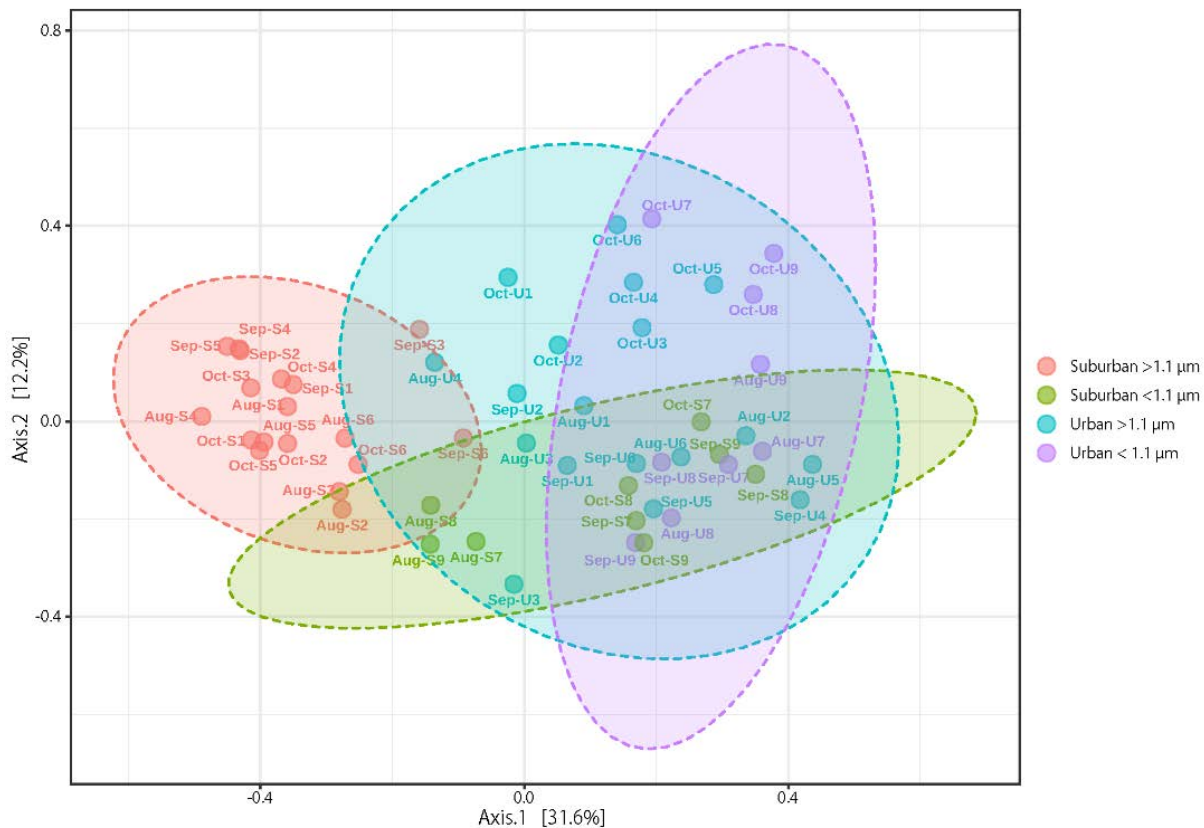


図2. 主座標分析の結果。各サンプルグループの細菌叢が異なることが示された。

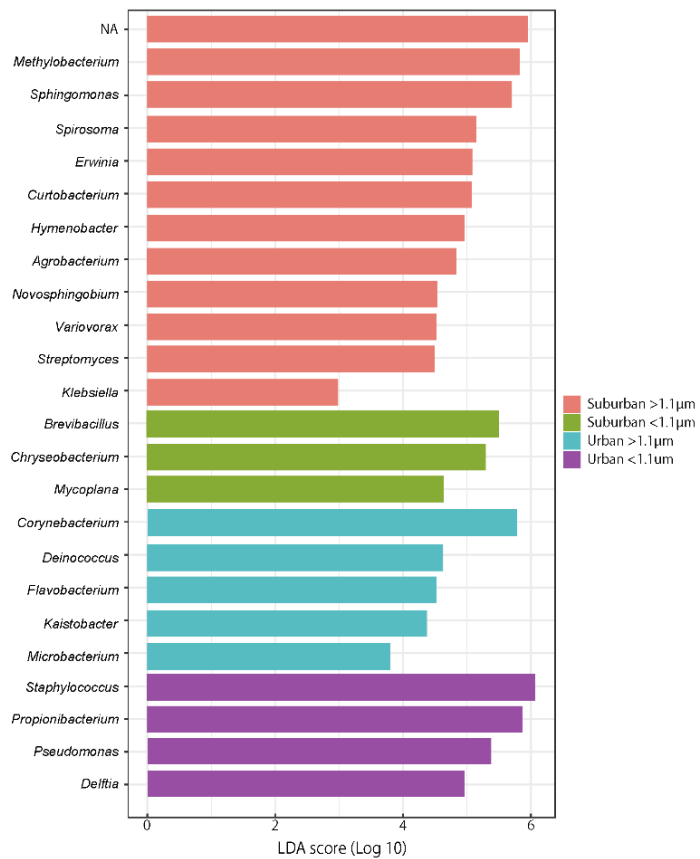


図3. LEfSe 解析による各グループで特徴的な細菌属の探索結果。

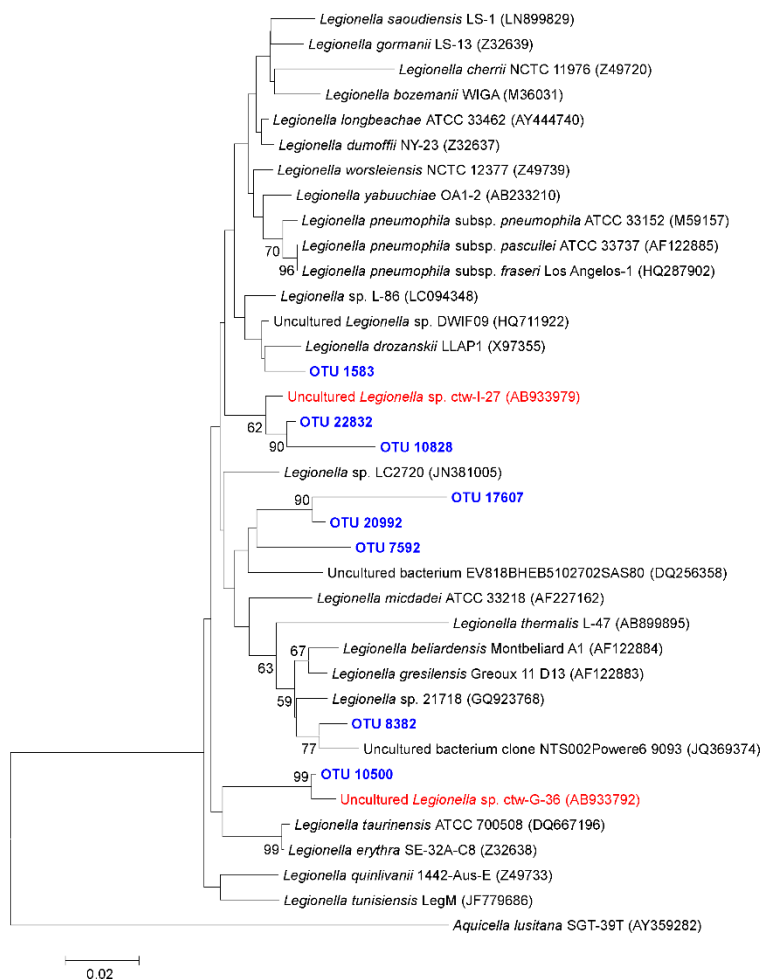


図4. 高速シーケンサーで検出されたレジオネラ属菌の16S rDNA 遺伝子塩基配列(OTU 1583~22832, 青色)を含む系統樹。国内の冷却塔水から検出された塩基配列は赤色で示す。

## 【発表論文】

雑誌: Scientific Reports

題目: Size resolved characteristics of urban and suburban bacterial bioaerosols in Japan as assessed by 16S rDNA amplicon sequencing

著者: Daisuke Tanaka, So Fujiyoshi, Fumito Maruyama, Motoshi Goto,

Shinichi Koyama, Jun-ichi Kanatani, Junko Isobe, Masanori Watahiki,

Akihiro Sakatoku, Shigehiro Kagaya, and Shogo Nakamura

田中大祐 (富山大学), 藤吉奏 (広島大学), 丸山史人 (広島大学), 後藤元志 (富山大学),

小山慎一 (ムラタ計測器サービス), 金谷潤一 (富山県衛生研究所),

磯部順子 (富山県衛生研究所), 綿引正則 (富山県衛生研究所), 酒徳昭宏 (富山大学),

加賀谷重浩 (富山大学), 中村省吾 (富山大学)

# News Release



【発信】国立大学法人  
富山大学総務部総務・広報課  
(TEL) 076-445-6028  
(FAX) 076-445-6063

DOI: 10.1038/s41598-020-68933-z

公開日: 2020年7月22日10時 (日本時間2020年7月22日18時)

## 【本件に関する問い合わせ先】

富山大学学術研究部理学系

教授 田中 大祐 (たなか だいすけ)

〒930-8555 富山市五福3190

Tel: 076-445-6673 E-mail: [tanakada@sci.u-toyama.ac.jp](mailto:tanakada@sci.u-toyama.ac.jp)