The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Investigation of bacterial effects of Asian dust events on the human and ecosystem in downwind area |
| Author(s) | 朴, 鐘旭 |
| Citation | 大阪大学, 2017, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.18910/61682 |
| rights | This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

# 論　文　内　容　の　要　旨

| 氏　名　（朴　鐘旭） | |
|---|---|
| 論文題名 | Investigation of bacterial effects of Asian dust events on the human health and ecosystem in downwind area<br>（黄砂現象とともに飛来する細菌によるヒトの健康および生態系への影響に関する研究） |

論文内容の要旨

風送ダスト現象とは 乾燥地帯、半乾燥地帯から上昇気流に舞い上がった土壌粒子が気流に乗って飛来する現象である。風送ダストは世界的に年間0.5から2億トン発生しており、発生源と近い地域だけではなく約15,000 km離れるところまでいたるくらい世界的に影響を及ぼしている。主な風送ダストはサハラおよびサヘル砂漠のアフリカダスト、オーストラリア砂漠のオーストラリアダスト、そして、タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、黄土高原の黄砂が挙げられ、これらは全風送ダストの8割以上を占めている。風送ダストによる影響としては視程が悪くなる、洗濯物が汚れる、などが一般的に知られているが、長距離移動する風送ダストのサイズは1～10 μmで小さいため、精密機器の故障やヒトの呼吸器疾患、目や皮膚などにも影響が生じると報告されている。また近年、風送ダストが飛来する際、ダストとともに微生物が付着し飛来することが報告されており、ともに飛来する微生物によって我々の健康や環境に影響を与えると考えられ、世界的な関心が高まっている。また、風送ダスト現象はヒトの力でコントロールすることが困難な広範囲の自然現象であるため、正確に評価する必要がある。本研究では 主な風送ダスト現象の一つである黄砂とともに飛来する細菌に着目し、その環境や健康に対する影響を評価した。中国、韓国、日本を含めた東アジア一帯には毎年春または晩秋に中国大陸内陸部のタクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、黄土高原などの地域から黄砂が発生し、飛来している。発生源から3,000～5,000 km離れている日本には、毎年約400万トンの黄砂粒子が飛来していると報告されている。最近の研究成果により、黄砂粒子に微生物が付着し飛来していることが明らかとなり、また、飛来する細菌には多様な属種が存在し、その一部は長距離移動にもかかわらず、増殖活性を持った状態で存在していることが明らかとなった。このことから、黄砂とともに飛来する細菌がヒトの健康や環境に与える影響を評価する必要がある。黄砂とともに飛来する細菌の影響を評価するためには身の回りの屋外大気環境における細菌の実態に関する知見が必要である。そのためには、まず、黄砂非飛来時である平常時における大気中の細菌の現存量や群集構造の変動を明らかにする必要がある。そのうえで、黄砂飛来による変化を比較解析することで黄砂の影響を明らかにすることが可能となる。従来の研究の多くは、黄砂飛来時期の短期間を対象として評価を行っていたため、平常時における季節、気温、湿度などによる微生物群集の変動に関する情報が十分ではなく、黄砂による影響を判断することが困難であった。そこで、本研究では黄砂飛来時期に加えて、通年のモニタリングを行うことにより、生活環境の大気中の細菌群集の変動を明らかにし、その結果と黄砂飛来時の細菌群集構造を比較解析することで、黄砂飛来による大気中の細菌群集への影響を評価した。また、発生源と近い北京、遠い大阪でモニタリングを行うことにより、発生源との距離による影響、ダスト規模による影響、移動経路間の影響を評価した。なお、中国の北京の年間黄砂到達量は180 g/m$^2$ で大阪の0.005～0.05 g/m$^2$と比べ規模が大きく異なる。

サンプリングは大阪大学の屋上で四季、降雨後、黄砂飛来時を含め2013年5月から2015年4月まで行い、北京の中国農業大学では黄砂時期である2015年4月から6月までほぼ毎日大気を採取した。細菌現存量は16S rRNA遺伝子を標的とした定量的PCR法で測定し、細菌群集構造解析には16S rRNA遺伝子を標的としたアンプリコンシーケンシング法を用いた。また、得られたリードの相同性をもとに、類似度97%でクラスタリングを行い、Operational taxonomic Units（OTUs）を作成した後に、群集構造の類似度を解析した。

その結果、大阪の黄砂飛来時の細菌現存量は黄砂非飛来時と比べ多く、その変動は$10^3$～$10^4$ cells/m$^3$であった。しかし、黄砂非飛来時にはその変動の幅は$10^2$～$10^4$ cells/m$^3$とより広く、黄砂飛来時と同様な細菌現存量の日も存在したことから、黄砂飛来による大気中の細菌量への影響は少ないと考えられた。大阪の細菌群集構造の結果、季節、降雨による特徴的な変動は見られなかった。黄砂飛来時も黄砂非飛来時も優占している細菌グループは同じで、黄砂飛来による変化は黄砂非飛来時の変動より小さかった。また、風送ダストの発生源で多く存在していると報告されている*Bacilli*が黄砂非飛来時にも約８割で優占している日も確認された。このことから、黄砂発生源からの距離が遠い大阪においては、屋外大気環境の細菌群集への影響は小さく、細菌群集の変化によるヒトや環境への影響は

小さいことが明らかとなった。

黄砂飛来時に北京では、細菌現存量が平均で$4\times10^4$ cells/$m^3$となり非飛来時と比べ増加した。北京の黄砂飛来時には、非常に多くの細菌が存在する日が確認され、細菌現存量の平均値は非飛来時と比べ約40倍増加した。特に、大規模であった4月15日には細菌現存量が$10^6$ cells/$m^3$まで増加した。また、北京では黄砂飛来時に*Acidobacteria, Bacilli, Clostridia*が増加し、優占種が変化するなど、大きい影響が確認された。このことから、発生源から距離が近く、黄砂の規模が大きい地域では黄砂とともに飛来する細菌によるヒトや生態系に影響を及ぼしている可能性が示された。一方、同じイベントで連続的に北京と大阪でサンプリングおよび解析した結果から、北京から大阪までの移動で細菌量は全体的に減りながら、環境ストレスに強い細菌種が生き残り、影響を与える可能性が示された。

長距離移動する際、発生源由来の細菌は減少し、移動経路間の地上の影響および測定地周辺の影響をより強く受けることから、ヒトの健康および環境に与える影響は少なくなっていくことが明らかとなった。しかし、大規模な風送ダストが北京に飛来した時、細菌現存量および群集構造が激しく変化したことから、発生源から遠い地域にも大規模な風送ダストが飛来した時に及ぼす影響について、継続的な研究が求められる。

様式７

# 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏　名　（　朴　鐘旭　） | | |
|---|---|---|
| 論文審査担当者 | （職） | 氏　名 |
| | 主 査　教授 | 高木　達也 |
| | 副 査　教授 | 平田　收正 |
| | 副 査　教授 | 堤　康央 |

## 論文審査の結果の要旨

黄砂をはじめとする風送ダストにより、大量の土壌粒子が発生源から下流域に飛来する。土壌粒子には微生物が付着し飛来することから、このような微生物によってヒトの健康や環境、生態系に影響を与えると推察され、世界的に関心が高まっている。しかしながら、健康や生態系への影響などに関しては未知である部分が多く、ハザード／リスク・コミュニケーションの観点からも、科学的に解明することが求められている。

本研究は主要な風送ダストである黄砂に着目し、ともに飛来する細菌の群集構造、および現存量の変化から、環境・健康への影響を考究したものである。黄砂とともに飛来する細菌の影響を評価するためには、身の回りの環境における細菌の実態に関する知見が必要である。そこでまず、黄砂飛来時期に加えて、年を通したモニタリングを行うことにより、大阪における生活環境の大気中の細菌群集、細菌現存量の変動を明らかにし、黄砂飛来時と比較解析した。アンプリコンシークエンスや定量的PCR法などの分子微生物生態学的手法を駆使することにより、黄砂飛来にともない、細菌現存量はやや増加する傾向にあるものの、細菌群集は大きく変化しないことを明らかとした。

次に、発生源により近く黄砂飛来量も多い北京においても、３ヶ月にわたり同様の検討を行った。その結果、黄砂飛来時には細菌現存量が大きく増加するのみならず、細菌群集も非飛来時と比べ大きく変化し、黄砂とともに飛来する細菌の影響をより強く受けることを明らかとした。以上の大阪および北京での検討を統合することにより、黄砂現象により細菌が長距離移動する場合、発生源から飛来した細菌は移動とともに徐々に減少し、その影響を弱めていくと考えている。すなわち、発生源に近い地域では黄砂とともに飛来する細菌が環境やヒトの健康に影響を与え、発生源から遠い地域では、その影響は小さくなる可能性を示した。

本研究成果は、風送ダストが環境、そしてヒトの健康に与えるリスクをより詳細に評価するうえで必須のものとなるとともに、その社会的な意義も大きいと考えられることから、本論文は博士（薬科学）の学位論文に値するものと判断する。