

機関番号：13301

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2010

課題番号：20253005

研究課題名（和文）

砂漠上空の砂塵とバイオエアロゾルの混合状態に関する野外研究：気球による直接採集

研究課題名（英文）

Field studies on mixing state of dust and bioaerosol at desert areas: Direct sampling with balloon-borne instruments

研究代表者

岩坂 泰信 (IWASAKA YASUNOBU)

金沢大学・フロンティアサイエンス機構・特任教授

研究者番号：20022709

研究成果の概要（和文）：

タクラマカン砂漠での気球観測では上空に浮遊する黄砂の約10%が微生物と合体していた。黄砂が偏西風帯にまで舞い上がった時点ですでに微生物を付着させている可能性が高い。能登半島での観測は、黄砂濃度上昇時に微生物濃度が上昇し「黄砂とともに大気圏を移動している」ことを強く示唆した。立山山頂付近の積雪の黄砂層の微生物多様性はタクラマカン砂漠のものと高い類似性があり、砂塵発生源地からの長距離移動・拡散を示唆した。

研究成果の概要（英文）：

About 10% of dust particles had internal mixing state of dust and bioaerosols on the basis of the field measurements made in the atmosphere at Taklamakan desert, and this observational fact suggested that atmospheric bioaerosols detected in KOSA episode were originally transported from dust source areas by westerly. The measurements at NOTO peninsula showed clear increase in content of atmospheric bioaerosols during KOSA episode, and confirmed that bioaerosols were transported with KOSA particles in the atmosphere. Bioaerosols have been detected in the dust layers in the snow layer which accumulated near the summit of Mt. Tateyama during winter, and also suggest the possible long range transport and global diffusion of bioaerosols from KOSA source regions.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	17,000,000	5,100,000	22,100,000
2009年度	8,200,000	2,460,000	10,660,000
2010年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
年度			
年度			
総計	33,100,000	9,930,000	43,030,000

研究分野：大気環境エアロゾル学

科研費の分科・細目：地球惑星科学 ・ 気象・海洋物理・陸水学

キーワード：黄砂バイオエアロゾル、気球観測・航空機観測、黄砂発生源地、能登半島、立山積雪、微生物多様性、黄砂の混合状態

## 1. 研究開始当初の背景

2000年代に入って、黄砂研究者の間で黄砂

と微生物の関係について急速に関心が高まってきた。大きな要因は、黄砂の健康に対す

る関心の高まりであり、黄砂粒子自身の影響だけでなく黄砂が（病原性の）微生物を運んでいる可能性についても話題になることが多くなった。

2005年に、黄砂と微生物に関する研究会が金沢大学の研究者を中心に組織され、タクラマカン砂漠大気の大観測を視野に置いた調査旅行等が行われた。その後、Kellogg and Griffin (2006)の論文が散在する観測データを総合し「大気中での砂漠の砂塵や海塩核濃度が上昇するときに微生物濃度も上昇する」傾向があることを指摘するにおよんで爆発的な研究の拡大が世界で始まった。報告者らは、中国敦煌の観測拠点を整備し、係留気球を使った黄砂・バイオエアロゾルの観測を始めた（小林ほか、2007）。並行して、日本（能登半島、立山など）でも観測が始められた。

## 2. 研究の目的

黄砂発生源地では、黄砂粒子と微生物（ここでは細菌など）が大気中で浮遊している時に合体した状態（内部混合）にあるのか、個別に同一気塊内に存在（外部混合）しているのかを明らかにすることを大きな目的とした。

## 3. 研究の方法

敦煌はタクラマカン砂漠の東側にあり、その上空は常にタクラマカン砂漠から西風によって運びだされる砂漠大気が流れている。敦煌市の気象局のキャンパスに気球観測拠点を設け、黄砂発生源地の大気の中で、直接気球を浮揚させ自由大気圏で試料採集し、混合状態を検討すると同時に、それらの微生物の種類や多様性その他を調べる。

並行して、日本国内においても同様に黄砂粒子を採集し微生物との混合状態その他を調べ、タクラマカン砂漠での状況と比較しその差異を検討する。

## 4. 研究成果

黄砂発源地の上空の大気中からは黄砂粒子と微生物が合体した粒子（黄砂バイオエアロゾル）が見出され、世界各地で報告されている黄砂が見られる時に大気中の微生物濃度が上昇するのは、一つの原因として発源地で既に黄砂バイオエアロゾルが大気中に放出されていることが挙げられる。

図はサンプリングされた黄砂表面にDNAの存在を示す蛍光がみられる例であり、黄砂に微生物が付着している可能性の高いことを示した例である。

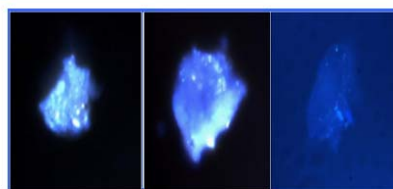


図7 DAPI染色した黄砂粒子の付着微生物の落射型蛍光顕微鏡写真  
(2007年敦煌(地上700 m; 海拔1900 m))  
(Maki et al., 2008; Iwasaka et al., 2009)

しかし、長距離輸送される間に黄砂と微生物がどのように変化し混合状態がどのように変わるのかについては明らかではなく、今後の研究が必要である。

本研究で用いられている気球による採集方法は、他の研究グループにはない独自性に高い技術であり、高い評価を得ている。

能登半島での大気観測や立山山頂付近の積雪調査等からも、黄砂時には微生物濃度が上昇する傾向は見出されている。

これらの微生物の代表的なものは *Bacillus* 属の細菌であり、耐塩性検査などでも高い耐塩性を示すものが多く本来的に環境ストレスに高い耐性を持っているものが多いと思われる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 20 件)

- ① Characterization of holotolerant and oligotrophic bacteria communities in Asian desert dust (KOSA) bioaerosol accumulated in layers of snow on Mount Tateyama, Central Japan, **T. Maki, K. Aoki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, Y. Tobo, A. Matsuki, H. Hasegawa, Y. Iwasaka, *Aerosolbiology* (29 January 2011), p.1-14, 2011. [査読あり]**
- ② Immobilization of cross-linked lipase aggregates onto magnetic beads for enzymatic degradation of polycaprolactone, **M. Kim, J.-M. Park, H.-J. Um, D.-H. Lee, K. H. Lee, F. Kobayashi, Y. Iwasaka, C.-S. Hong, J. Min, Y.-H. Kim, *J. Basic Microbiology*, 50, 218-226, 2010. [査読あり]**
- ③ Phylogenetic analysis of atmospheric halotolerant bacterial communities at high altitude in the Asian dust (KOSA) arrival region, Suzu City, **T. Maki, S. Suzuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, Y. Tobo, M. Yamada, T. Higashi, A. Matsuki, C. Hong, H. Hasegawa, Y. Iwasaka, *Sci. Total Environ.*, 408, 4556-4562, 2010 [査読あり]**

- ④ Biodegradation of diisodecyl phthalate (DIDP) by *Bacillus* sp. SB-007, J.-M. Park, M. Kim, J. Yoon, F. Kobayashi, Y. Iwasaka, C.-S. Hong, J. Min, Y.-H. Kim, **J. Basic Microbiology**, **49**, 1-5, 2009. [査読あり]
- ⑤ Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) arrival region, Suzu City, Maki, T., S. Suzuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, A. Matsuki, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka, **J. Echo. Technol. Res.**, **14**, 255-259, 2009[査読あり]
- ⑥ Mixture of Kosa (Asian dust) and bioaerosols detected in the atmosphere over the Kosa particle source regions with balloon-borne measurements: possibility of long-range transport, **Air Quality, Atmosphere and Health** DOI 10.1007/s11869-009-0031-5, 2009, Iwasaka, Y., G.-Y. Shi, M. Yamada, F. Kobayashi, M. Kakikawa, T. Maki, T. Naganuma, B. Chen, Y. Tobo, C. S. Hong [査読あり]
- ⑦ Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) source region, Dunhuang city, air quality, **Air Quality, Atmosphere and Health**, DOI 10.1007/s11869-008-0016-9, 2008, Kakikawa, M., F. Kobayashi, T. Maki, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. S. Hong, Y. Tobo, Y. Iwasaka [査読あり]
- ⑧ Dustborne microorganisms in the atmosphere over Asian dust source region, Kakikawa, M., F. Kobayashi, T. Maki, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. S. Hong, Y. Tobo, Y. Iwasaka, **Air Quality, Atmosphere and Health**, DOI 10.1007/s11869-008-0024-9, 2008 [査読あり]
- ⑨ 黄砂は何を運んでくるのか  
岩坂泰信  
**科学**, **78**, 729-735, 2008 [査読無し]
- ⑩ Ecophysiological analysis of halobacteria in bioaerosol, T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka, **J. Ecotechnol. Res.**, **13**, 309-313. (2008) [査読あり]

[学会発表] (計 10 件)

- ① 能登半島で観測された黄砂粒子の混合状態 松木 篤、當房豊、山田丸、小林史尚、牧輝也、柿川真紀子、岩坂泰信、**気象学会 2010 秋季大会** 2010 年 10 月 27 日 京都テルサ (京都)
- ② 能登上空における黄砂時と非黄砂時の DNA 濃度および生物種比較 柿川真紀子  
**気象学会 2010 秋季大会** 2010 年 10 月 27 日 京都テルサ (京都)
- ③ 蛍光標識拡散プローブを用いた黄砂バイオエアロゾルの遺伝学的識別法の確立 牧輝弥 **気象学会 2010 秋季大会** 2010 年 10 月 27 日 京都テルサ (京都)
- ④ 外洋船上実験を用いた黄砂鉍物粒子が及ぼす海洋微生物生態系への影響の解明 **日本水産学会 2010 秋季大会** 牧輝弥、城戸耕介、石川輝、小林史尚、柿川真紀子、青木一真、長谷川浩、岩坂泰信 2010 年 9 月 23 日 京都大学 (京都)
- ⑤ 敦煌気球観測で見られる微生物と黄砂大気環境学会 2009 年会 小林史尚 2009 年 9 月 18 日 金沢大学 (石川)
- ⑥ タクラマカン砂漠における大気エアロゾルと挙動を共にする細菌群の PCR-DGGE 解析 第 70 回分析化学討論会 2009 鈴木振二、牧輝弥、城戸耕介、石川輝、小林史尚、柿川真紀子、青木一真、長谷川浩、岩坂泰信 2008 年 5 月 16 日 和歌山大学 (和歌山)
- ⑦ 黄砂バイオエアロゾルを考えるわけ 第 25 回エアロゾル科学・技術討論会 2008 岩坂泰信、小林史尚、牧輝弥、柿川真紀子、山田丸 2008 年 8 月 20 日 金沢大学 (金沢)
- ⑧ 気球を用いた対流圏バイオエアロゾル拡散に関する研究 第 25 回エアロゾル科学・技術討論会 2008 山田丸、小林史尚、牧輝弥、柿川真紀子、張代洲、チェンビン、洪天祥、當房豊、長谷正博、東朋美、原和嵩、石廣玉、岩坂泰信 2008 年 8 月 20 日 金沢大学 (金沢)
- ⑨ 黄砂発生源のエアロゾルに含まれる微生物 第 25 回エアロゾル科学・技術討論会 2008 柿川真紀子、小林史尚、牧輝弥、山田丸、東朋美、チェンビン、石廣玉、洪天祥、當房豊、岩坂泰信 2008 年 8 月 20 日 金沢大学 (金沢)
- ⑩ 能登半島上空のバイオエアロゾルにおける DNA 濃度と生物種 第 25 回エアロゾル学会 2008 柿川真紀子、小林史尚、牧輝弥、山田丸、當房豊、松木篤、岩坂泰信 2008 年 8 月 20 日 金沢大学 (金沢)

〔図書〕(計1件)

- ① 黄砂 岩坂泰信、西川雅高、山田 丸、  
洪 天祥 編集、古今書院、2009

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩坂 泰信 (IWASAKA YASUNOBU)  
金沢大学・フロンティアサイエンス機構・  
特任教授  
研究者番号：20022709

(2) 研究分担者

張 代洲 (CHOU DAISHU)  
熊本県立大学・環境共生学部・教授  
研究者番号：90322726

小林 史尚 (KOBAYASHI FUMIHISA)  
金沢大学・自然システム学系・准教授  
研究者番号：60293370

牧 輝弥 (KMAKI TERUYA)  
金沢大学・物質科学系・准教授  
研究者番号：70345601

柿川 真紀子 (KAKIKAWA MAKIKO)  
金沢大学・環日本海域環境研究センター・  
助教  
研究者番号：10359713

洪 天祥 (HON CHON SAN)  
金沢大学・医薬保健研究域・研究員  
研究者番号：90464049

唐 寧 (HON CHON SAN)  
金沢大学・薬学系・助教  
研究者番号：90372490

(3) 連携研究者

該当なし