RF-072 黄砂バイオエアロゾルの越境的健康被害調査のためのサンプリング・同定に関する研究

(4) 黄砂バイオエアロゾルの健康被害に関する研究

金沢大学 医薬保健研究域医学系 東 朋美 神戸大学大学院工学研究科 (元金沢大学自然科学研究科) 荻野千秋

> 平成19~20年度 合計予算額 1,659千円 (うち、平成20年度予算額 177千円) ※上記の合計予算額金額には、間接経費383千円を含む

[要旨]近年、黄砂は地球環境に重要な寄与をする現象として多くの研究者によってその影響評価が行われている。韓国や中国において「黄砂の健康被害」として大きな社会的問題となっており、疫学的手法による研究等が盛んに行われている。黄砂バイオエアロゾルの長距離輸送とその越境的健康影響の可能性が言われているものの、いまだ誰も黄砂バイオエアロゾルの実態をつかんだ研究者はみあたらない。また、国際的にみても一部の研究者がサハラ砂漠のエアロゾルとバイオエアロゾルについて報告しているのみで、黄砂バイオエアロゾルに関する報告は全く無いといっていい。

黄砂バイオエアロゾルの長距離輸送による微生物の飛来の実相調査と病原性微生物飛来による健康被害の可能性を検討することを最終目標とし、本サブテーマでは、サブテーマ 2 (黄砂バイオエアロゾルの分離培養・同定)とサブテーマ 3 (黄砂バイオエアロゾルの生物情報学)の種々の結果から、健康被害影響の原因として最も考えられる細菌として $Bacillus\ cereus$ に注目し、疫学的調査を行った。同時に、同定された菌株の食中毒毒素の産生性についてPCR法により解析した。その結果、 $Bacillus\ cereus$ による食中毒発生件数と黄砂観測日数に有意な関連は認められず、同定された $Bacillus\ cereus$ 株のほとんどが毒素非産生性であることが明らかになった。

[キーワード]黄砂、バイオエアロゾル、健康被害、Bacillus cereus、CRS

### 1. はじめに

近年、黄砂は地球環境に重要な寄与をする現象として多くの研究者によってその影響評価が行われている $^{1)}$ 。黄砂の地球環境への影響としては、(1)黄砂粒子が太陽光を散乱・吸収することで生じる放射強制力の変化、(2)黄砂に含有するアルカリ成分による酸性雨の中和作用、(3)砂漠化に伴う大気中への黄砂粒子供給量の増加、(4)急速に発展している中国都市部で排出された有害物質が黄砂と共に輸送される越境問題などがあげられてきた。著者らは黄砂粒子の長距離輸送や粒子の構成成分・変質について研究し、黄砂の硫黄化合物の含有量から長距離輸送中に硫黄を含むガス状物質(例えば $SO_2$ 等)が存在することや長距離輸送現象におけるタクラマカン砂漠の寄与等について明らかにした $^{2-5}$ 。

一方、バイオエアロゾルとは、大気中に浮遊する生物粒子でウィルス、細菌、真菌、花粉などである。バイオエアロゾルを対象としてきた分野は、有害微生物の混入が危惧される発酵工業を含む食品加工業や院内感染が問題となる医学の分野であった。最近、バイオエアロゾルが上空に

舞い上がり、雲核や氷晶核として作用していると報告されている<sup>6)</sup>。また、黄砂に付着した微生物あるいは微生物単体で黄砂とともに偏西風に乗って移動する可能性が示唆されており、大陸間の微生物拡散メカニズムの解明に期待されている<sup>1)</sup>。黄砂バイオエアロゾル(黄砂と挙動を共にする生物粒子)の存在を仮定したならば、勿論落下地点の気候環境に適した場合ではあるが、微生物は生態系の根幹をなすので生物環境全般に影響を及ぼし、農業を含め人間活動を左右し、環境そのものを変化させることが考えられる。特に、ヒトを含めた動植物の病原菌、食物等の変敗菌、昆虫病原菌などの影響は甚大であると予想される。韓国や中国においては「黄砂の健康被害」として大きな社会的問題となっており、主として気管支疾患や心血管疾患などの疫学的手法による研究等が盛んに行われている<sup>7-9)</sup>。

黄砂バイオエアロゾルの長距離輸送について調査するためには、黄砂の発生地域、輸送中及び降下地域におけるバイオエアロゾルについて、また輸送中におけるバイオエアロゾルの状況(黄砂鉱物粒子に付着した形態か単独に浮遊しているかなど)を検討しなければならない。しかしながら、国際的にみてもKelloggとriffin<sup>10)</sup>がサハラ砂漠のエアロゾルとバイオエアロゾルについて報告しているのみで、黄砂バイオエアロゾルに関する報告は全く無いといっていい。

そこで本サブテーマでは、サブテーマ 2 (黄砂バイオエアロゾルの分離培養・同定)とサブテーマ 3 (黄砂バイオエアロゾルの生物情報学)の種々の結果から、健康被害影響の原因として最も考えられる細菌として*Bacillus cereus*に注目し、疫学的調査およびPCR法によるセレウリド合成酵素(CRS)遺伝子の解析を行った。

### 2. 研究目的

本研究の最終的な目的は、黄砂バイオエアロゾルの長距離輸送による微生物の飛来の実相調査と病原性微生物飛来による健康被害の可能性を検討することにある。本サブテーマにおいては、サブテーマ2(黄砂バイオエアロゾルの分離培養・同定)とサブテーマ3(黄砂バイオエアロゾルの生物情報学)の種々の結果から、健康被害影響の原因として最も考えられる細菌としてBacillus cereusに注目し、疫学的調査を行った。同時に、同定されたBacillus cereus株の食中毒毒素セレウリドの産生性をPCR法により解析した。

# 3. 研究方法

Bacillus cereus (セレウス菌) は通性嫌気性細菌で、毒素を産生し食中毒の原因となる菌種がいる。Bacillus cereusによる食中毒には、嘔吐型と下痢型があるが、日本におけるセレウス菌による食中毒のほとんどがセレウリド毒素による嘔吐型といわれている。黄砂バイオエアロゾルとして黄砂とともに日本に飛来して降下しているとすれば、黄砂観測日に嘔吐型の食中毒件数が増加していることが考えられる。そこで、黄砂観測日と食中毒発生件数との間に関係があるかどうか調査した。1999年から2004年までの各年について、厚生労働省が発表している食中毒統計資料<sup>11)</sup>により、セレウス菌による食中毒発生件数と患者数および、気象庁が発表している黄砂情報<sup>12)</sup>より、黄砂観測のべ日数を調べた。さらに、同定された菌のセレウリド合成酵素 (CRS) 遺伝子に着目した。CRS遺伝子の一部を欠落しているセレウリド非産生株は、食中毒の発生と結びつかないことが知られている。そこで、同定された菌のCRS遺伝子の欠落の有無をPCR法を用いたAgata. Nらの方法により<sup>13)</sup>調べた。

## 4. 結果·考察

表4-1に1999年から2004年までの各年について、厚生労働省が発表しているセレウス菌による食中毒発生件数と患者数および気象庁が発表している黄砂観測のベ日数を示す。このデータを見る限り、セレウス菌による食中毒発生件数と黄砂観測のベ日数に有意な関連は認められなかった。そこで、同定された菌のセレウリド合成酵素(CRS)遺伝子に着目した。CRS遺伝子の一部を欠落しているセレウリド非産生株は、食中毒の発生と結びつかないことが知られている。そこで、図4-1および図4-2に示すように、同定された菌のCRS遺伝子の欠落の有無をPCR法で調べた。その結果、中国、日本でそれぞれ同定された菌のほとんどがセレウリド非産生株であることが明らかになった。ただし、中国、日本ともに、一部でセレウリド産生株も検出されており、さらに多くの株の解析が必要である。今後さらに増加するサブテーマ1~3の結果から疑われる健康被害について検討する予定である。特に、カビ類は花粉症などのアレルギー症の原因になっていることが最近言われていることから、金沢におけるアレルギー症に関する疫学調査を独自に行い、その結果とサブテーマ2および3の黄砂バイオエアロゾル分析結果を比較検討することを考えている。

表 4-1 1999年から2004年までのセレウス菌による食中毒発生件数と患者数および黄砂観測のベ日数の関係

観測年	黄砂観測延べ日 数	セレウス菌による食中毒		
		事件数 (%)	患者数(%)	黄砂観測月 の患者数
1999	248	11 (0.4)	59 (0.2)	5
2000	663	10 (0.4)	86 (0.2)	0
2001	753	9 (0.5)	444 (1.7)	0
2002	1109	7 (0.4)	30 (0.1)	4
2003	155	12 (0.8)	118 (0.4)	20
2004	466	25 (1.5)	397 (1.4)	3

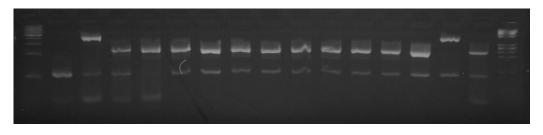


図4-1 PCRによるCRS遺伝子欠落の有無の判定

M、100bp ladder marker; 1、internal control; 2、CRS positive control; 3、negative control; 4-15、敦煌にてサンプリングされた菌株

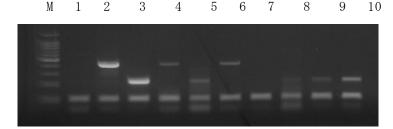


図4-2 PCRによるCRS遺伝子欠落の有無の判定

M、100bp ladder marker; 1、internal control; 2、CRS positive control; 3、negative control 4-10、日本でサンプリングされた菌株

### 5. 本研究により得られた成果

# (1) 科学的意義

本サブテーマの結果から、Bacillus cereusによる食中毒と黄砂観測日数に有意な関連はみられなかった。しかしながら、これまで黄砂バイオエアロゾル(黄砂と挙動をともにする生物粒子)は全く確認されていなかったのに対し、本研究の係留気球と新規に開発されたバイオエアロゾルサンプラーを用いることにより、次々と種々の菌株の存在が明らかになった。舞い上がることのでき、生存できる微生物は、胞子・芽胞の形成能力をもつ細菌(Bacillus属類、Clostridium属類)、カビ(Cladosporium属やAspergillus属等)、担子菌(Phlebia属等)であることがわかった。胞子・芽胞の、紫外線や乾燥に耐性をもつ性質が上空へ舞い上がっても生存し続けるのに必要と思われる。Bacillus属類ではB. cereusの他に、B. anthracis(炭疽菌)による感染症が第四類感染症に、Clostridium属類ではC. botulinum(ボツリヌス菌)が第四類感染症にC. titani(破傷風菌)が第五類感染症に C. novyi C. septicum(ガス壊疽菌)が第四類感染症に分類され、すべて感染が判明した場合は届け出が必要な感染症である。その他 C. perfringens(ウェルシュ菌)は食中毒を引き起こす菌として C. difficile (ディフィシル菌)は下痢症状などを引き起こす菌として知られている。このように胞子・芽胞を形成するこれらの細菌は人への健康影響が大きいものが多く、今後も中心的に検討していく必要がある。また、中国上空で検出された耐塩性細菌(Staphylococcus属)も乾燥などのストレスに強いので分析を始めているが、現在までのところ目

本上空では検出されていない。今後さらに増加するサブテーマ1〜3の結果から疑われる健康被

害について検討する必要がある。特に、カビ類は花粉症などのアレルギー症の原因になっていることが最近言われていることから、金沢におけるアレルギー症に関する疫学調査を独自に行い、その結果とサブテーマ2および3の黄砂バイオエアロゾル分析結果を比較検討することを考えている。

#### (2)地球環境政策への貢献

飛来するには、紫外線や乾燥、高温低温などに耐性を持つことが必要と予測したとおり、実際に芽胞を形成する細菌(Bacillus属類、Clostridium属類)が中心に発見された。これらの菌株には、病原性のものや農林水産業などの産業に影響を及ぼすものもあったので、新たなアプローチでの黄砂に関する環境政策や黄砂予報の必要性を訴えることとなった。今後、中国、日本の黄砂サンプリングで得られた菌が同種かどうかを遺伝子レベルで明らかにしていくことを考えている。さらに増加するサブテーマ1~3の結果から疑われる健康被害について検討するとともに、社会的にも関心が高く、新聞・テレビのメディアから取材を受けることとなったが、今後もさらに誌上発表、学会発表やマスコミ等への公表・報道等を通じ、成果の広報・普及に努める所存である。

### 6. 引用文献

- 1) 岩坂泰信:紀伊国屋書店(2006) "黄砂―その謎を追う"
- 2) M. Yamada, Y. Iwasaka, A. Matsuki, D. Trochkine, Y.-S. Kim, T. Nagatani, M. Nagatani, H. Nakata, G.-Y. Shi, D. Zhang, Z. Shen, B. Chen, G. Li: Utyukoukuu Kenkyu Kaihatsu Kikou Kenkyu Kaihatsu Houkoku, JAXA-RR-03-001, 105-115 (2004)
  - "Studies on Kosa Characterization of Atmospheric Chemistry Based on Direct Sampling of Atmospheric Aerosol: Balloon-Borne Measurement in Dunhuang, China"
- 3) Y. Iwasaka, Y.-S. Kim, D. Trochkine, A. Matsuki, M. Yamada, T. Shibata, T. Hase, G.-Y. Shi: Chikyu Kankyo, 7, 159-170 (2002)
  - "Kosa Ryushino Tyokyori Yusoto Ryushino Henshitsu"
- 4) M. Yamada, Y. Iwasaka, A. Matsuki, D. Trochkine, Y.-S. Kim, D. Zhang, T. Nagatani, G.-Y. Shi, M. Nagatani, H. Nakata, Z. Shen, B. Chen, G. Li: Water, Air, and Soil Pollution: Focus, 5, 231-250 (2005)
  - "Feature of Dust Particles in the Spring Free Troposphere Over Dunhuang in Northwestern China: Electron Microscopic Experiments on Individual Particles Collected with a Balloon-Borne Impactor"
- 5) A. Matsuki, Y. Iwasaka, G.-Y. Shi, H.-B. Chen, K. Osada, D. Zhang, M. Kido, Y. Inomata, Y.-S. Kim, D. Trochikine, C. Nishida, M. Yamada, T. Nagatani, M. Nagatani, H. Nakata: Water, Air, and Soil Pollution: Focus, 5, 101-132 (2005)
  - "Heterogeneous Sulfate Formation on Dust Surface and its Dependence on Mineralogy: Balloon-Bore Observations from Balloon-Borne Measurements in the Surface Atmosphere of Beijing, China"
- 6) P. A. Ariya, M. Amyot: Atmospheric Environment, 38, 1231-1232 (2004) "New Directions: the Role of Bioaerosols in Atmospheric Chemistry and Physics"
- 7) H.-J. Kwon, S.-H. Cho, Y. Chun, F. Lagarde, G. Pershagen: Environ. Res., 90, 1-5 (2002)

- "Effect of the Asian Dust Events on Daily Mortality in Seoul, Korea"
- 8) Y.-S. Chen, P.-C. Sheen, E.-R. Chen, Y.-K. Liu, T.-N. Wu, C.-Y. Yang: Environ. Res., 95, 151-155 (2004)
  - "Effect of Asian Dust Storm Events on Daily Mortality in Taipei, Taiwan"
- 9) T. Ichinose, M. Nishikawa, H. Takano, N. Sera, K. Sadakane, I. Mori, R. Yanagisawa, T. Oda, H. Tamura, K. Hiyoshi, H. Quan, S. Tomura, T. Shibamoto,: Environ. Toxicol. Pharmacol., 20, 48-56 (2005)
  - "Pulmonary Toxicity Induced by Intratracheal Instillation of Asian Yellow Dust (Kosa) in Mice"
- 10) C.A. Kellogg, D. W. Griffin: TRENDS in Ecology and Evolution, 21, 638-644 (2006) "Aerobiology and the Global Transport of Desert Dust"
- 11) 厚生労働省 食中毒統計資料http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/04.html
- 12) 気象庁 黄砂情報http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/kosahp/kosa\_table\_0.html
- 13) N. Agata, M. Ohta, K. Yokoyama: Int. J. Food Microbiol., 73, 23-27 (2002) "Production of Bacillus cereus emetic toxin (cereulide) in various foods"

## 7. 国際共同研究等の状況

本サブテーマでは、黄砂発生源における生物分析データ(サブテーマ1がサンプリングを実施し、サブテーマ2および3が生物分析)が必要不可欠であった。このことから、健康影響解析には中国の研究者の協力が必要不可欠であり、中国科学院大気物理研究所教授 石廣玉先生および中国科学院大気物理研究所 陳彬氏に多大なる尽力を賜った。

# 8. 研究成果の発表状況

# (1) 誌上発表

### 〈論文(査読あり)〉

- 1) 小林史尚, 柿川真紀子, 山田丸, 陳彬, 石廣玉, 岩坂泰信: エアロゾル研究, 22, 218-227(2007) "黄砂発生源におけるバイオエアロゾル拡散に関する研究": 2008年度日本エアロゾル学会論 文賞受賞
- 2) N.-P. Hua, F. Kobayashi, Y. Iwasaka, G.-Y. Shi, T. Naganuma: Aerobiologia, 23, 291-298 (2007)
  - "Detailed identification of desert-origunated bacteria carried by Asian dust storms to Japan"
- 3) F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: Proceeding of the 5<sup>th</sup> Asian Aerosol Conference, 333-334 (2007)
  - "Isolation and identification of bioaerosols in a KOSA source region, Dunguang"
- 4) M. Yamada, Y. Iwasaka, D. Zhang, A. Matsuki, D. Trochkine, G.-Y. Shi, M. Nagatani, Y.-S. Kim, H. Nakata, B. Chen, K. Hayakawa: Proceeding of the 5<sup>th</sup> Asian Aerosol Conference, 380-381 (2007)
  - "Existence of background dust in the free troposphere over an Asian dust source region"

- 5) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Toubou, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology, 152 (2007) "Composition of halophilic bacteria survived in bioaerosol"
- 6) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Toubou, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Journal of Ecotechnology Research, 13, 309-313 (2008) "Ecophysiological analysis of halobacteria in bioaerosol"
- 7) G.-Y. Shi, F. Kobayashi, S. Toda, M. Yamada, M. Kakikawa, T. Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, B. Chen, T. Naganuma, Y. Iwasaka: Proceeding of 5<sup>th</sup> International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, p. 42 (2008)
  "Direct sampling and identification of bioaerosols in the convective mixed layer over
  - KOSA region, Dunhuang, using the separate culture"
- 8) M. Kakikawa, F. Kobayashi, T. Maki, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. Hong, Y. Tobo, Y. Iwasaka: Proceeding of 5<sup>th</sup> International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, p.11 (2008)
  - "Dustborne microorganisms in KOSA source region, Dunhuang"
- 9) M. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Proceeding of 5<sup>th</sup> International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, p.14 (2008)

  "Halotolerant bacterial community survived in atmosphere of Asian dust (KOSA) source region, Dunguang City"
- 10) M. Yamada, T. Maki, F. Kobayashi, B. Chen, D. Zhang, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: Proceeding of Asia Oceania Geosciences Society 2008, AS09-A011 (2008)

  "Mineral particles in the boundary layer over a desert area of the northwest China: Number concentration and mixture state with microorganisms"
- 11) S. Toda, F. Kobayashi, M. Yamada, M. Kakikawa, T. Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: Proceeding of International Aerosol Symposium 2008, p. 227-228 (2008)
  - "Isolation, Identification, and Direct sampling of Bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang"
- 12) M. Yamada, Y. Iwasaka, D. Zhang, T. Miyazawa, F. Kobayashi, M. Kakikawa, K. Hayakawa:
  Proceeding of International Aerosol Symposium 2008, p. 263-264 (2008)
  "Development of a particle counter for bioaerosol measurement"
- F. Kobayashi, S. Toda, M. Yamada, M. Kakikawa, T. Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo,
   B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: Proceeding of International Global Atmospheric Chemistry 10<sup>th</sup> International Conference, Th123 (2008)
  - "Bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang"
- 14) M. Yamada, T. Maki, F. Kobayashi, B. Chen, M. Kakikawa, D. Zang, M. Nagatani, C. Hong, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: Proceeding of International Global Atmospheric Chemistry 10<sup>th</sup>

- International Conference, Th114 (2008)
- "Diffusion of bioaerosols linked with mineral particles in the boundary layer over a desert area of the northwest China"
- 15) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Air Quality Atmosphere and Health, 1, 81-89 (2008)
  - "Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) source region, Dunhuang City"
- 16) M. Kakikawa, F. Kobayashi, T. Maki, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G. Shi, C. Hong,Y. Tobo, Y. Iwasaka: Air Quality Atmosphere and Health, 1, 195-202 (2008)"Dustborne microorganisms in the atmosphere over Asian dust source region, Dunhuang"
- 17) Y. Iwasaka, G. Shi, M. Yamada, F. Kobayashi, M. Kakikawa, T. Maki, T. Naganuma, B. Chen, Y. Tobo, C. Hong: Air Quality Atmosphere and Health, 2, 29-38 (2009)

  "Mixture of Kosa (Asian Dust) and bioaerosols detected in the atmosphere over the Kosa particles source regions with Balloon-borne measurements: Possibility of long-range transport"
- 18) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, A. Matsuki, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Journal of Ecotechnology Research "Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) arrival region, Suzu City" (in press)

### 〈その他誌上発表(査読なし)〉

- 1) 小林史尚:銀行倶楽部,第507号, p. 2-4 (2008) 巻頭コラム「黄砂とともに微生物がやって来る-黄砂バイオエアロゾル研究-」
- 2) 柿川真紀子, 生物工学会誌, 第87巻, p. 239 (2009) 「バイオエアロゾルとは?」

# (2) 口頭発表 (学会)

- 1) F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: The 5<sup>th</sup> Asian Aerosol Conference (2007)
  - "Isolation and identification of bioaerosols in a KOSA source region, Dunguang"
- 2) M. Yamada, Y. Iwasaka, D. Zhang, A. Matsuki, D. Trochkine, G.-Y. Shi, M. Nagatani, Y.-S. Kim, H. Nakata, B. Chen, K. Hayakawa: The 5<sup>th</sup> Asian Aerosol Conference (2007) "Existence of background dust in the free troposphere over an Asian dust source region"
- 3) X. Y. Yang, M. Yamada, N. Tang, T. Kameda, A. Toriba, K. Hayakawa: The 5<sup>th</sup> Asian Aerosol Conference (2007)
  - "Long-range transport of fluoride from China to Japan"
- 4) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Toubou, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: 2<sup>nd</sup> International Conference on Environmental,

Industrial and Applied Microbiology (2007)

"Composition of halophilic bacteria survived in bioaerosol"

- 5) 小林史尚, 山田丸:環日本海域の環境シンポジウム (2007) "大気バイオエアロゾル学の展開"
- 6) 小林史尚:第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2008) "黄砂バイオエアロゾルプロジェクトと敦煌・金沢におけるサンプリング"
- 7) 山田丸:第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム(2008) "黄砂発生源上空のエアロゾル粒子の性状と大気鉛直構造"
- 8) 牧輝弥:第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2008) "黄砂バイオエアロゾルの混合状態と耐塩細菌に注目した解析"
- 9) 柿川真紀子:第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2008) "分離培養法による同定と直接ゲノム解析"
- 10) 東朋美:第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2008) "同定・解析結果からみた健康影響の可能性"
- 11) 牧輝弥, 鈴木振二, 小林史尚, 柿川真紀子, 山田丸, 東朋美, 長谷川浩, 上田一正, 岩坂泰信:第56年会日本分析化学会 (2007)
  - "黄砂バイオエアロゾルの生態調査にむけた生理化学的分析手法の確立"
- 12) M. Yamada, D. Zhang, T. Miyazawa, K. Hayakawa, Y. Iwasaka: The 3<sup>rd</sup> International Workshop on Asian Dust and Ocean EcoSystem (ADOES) (2007)
  - "Mobile bioaerosol particle counter: Development and perspective"
- 13) M. Kakikawa, S. Hashimoto, M. Iwahara, S. Yamada: The Bioelectromagnetics Sciety 29<sup>th</sup>
  Annual Meeting (2007)
  - "Effect of extremely low frequency magnetic fields on anticancer drug potency"
- 14) M. Kakikawa, Y. Oda, S. Sunata, N. Suzuki, K. Kitamura, A. Hattori, M. Iwasaka, S. Ueno, S. Yamada: The Bioelectromagnetics Sciety 29<sup>th</sup> Annual Meeting (2007) "Effects of extremely low frequency magnetic fields on osteoclasts and osteoblasts: Development of a new model system using fish scale"
- 15) M. Kakikawa, S. Maeda, R. Hosono, S. Yamada : The Bioelectromagnetics Sciety 29<sup>th</sup> Annual Meeting (2007)
  - "Learning behaviors on the nematode *C. elegans* exposed to electromagnetic fields are greatly affected"
- 16) S. Yamada, C. Komkrit, C. Gooneratne, M. Kakikawa, M. Iwahara: The Bioelectromagnetics Sciety 29<sup>th</sup> Annual Meeting (2007)
  - "Estimation of magnetite density by needle type giant megnetresistance probe"
- 17) 小多雄太、柿川真紀子、鈴木信雄、山田外史、岩原正吉:平成19年度電気関係学会北陸支部 連合大会(2007)
  - "骨形成におよぼす静磁場効果に関する研究"
- 18) 小多雄太、鈴木信雄、山田外史、柿川真紀子、北村敬一郎、服部淳彦:第31回日本応用磁気 学会(2007)

- "骨形成におよぼす交流磁界効果"
- 19) N. Suzuki, F. Kobayashi, M. Matada, S. Ito, Y. Oshima, A. Hattori: The Japan Society for Comparative Endocrinology (2007)
  - "Effect of tributyltin of the calcium metabolism in teleosts and attempt to biodegradate by marine bacteria"
- 20) F. Kobayashi, M. Daidai, Y. Nakamura: 2<sup>nd</sup> International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology (2007)
  - "Landfill leachate treatment using ozone oxidation and moss"
- 21) T. Shimada, T. Maki, W. Hirota, T. Kakimoto, H. Hasegawa, K. Ueda: 14<sup>th</sup> Asian Symposium on Ecotechnology (2007)
  - "Bacterial community in the lake water spiked with Dimethylarsenic acid estimated by PCR- DGGE analysis: Saul, Korea"
- 22) T. Suzuki, T. Maki, K. Kido, A. Nakahara, T. Higashi, H. Hasegawa, K. Ueda, K. Saijoh:  $14^{\rm th}$  Asian Symposium on Ecotechnology (2007)
  - "Effect of iron stress on gene expression in harmful microalga *Prymnesium parvum*: Saul, Korea"
- 23) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Toubou, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: 14<sup>th</sup> Asian Symposium on Ecotechnology (2007) "Ecophysiological analysis of halophilic bacteria in bioaerosol: Saul, Korea"
- 24) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: Biomicroworld 2007 (2007)

  "Ecophysiological Analysis of Halophilic Bacteria in Bioaerosol: Spain"
- 25) W. Hirota, T. Maki, T. Kakimoto, T. Shimada, H. Hasegawa, K. Ueda, Biomicroworld 2007 (2007)
  - "Seasonal dynamics of bacterial population degrading dimethylarsenic acid in Lake Kahokugata: Spain"
- 26) 牧輝弥: こまつものづくり技術シーズ発表会 (2008) "ヒ素無機化細菌を利用した有機ヒ素汚染土壌のファイトレメディエーション"
- 27) 牧輝弥、鈴木峰、城戸耕介、長谷川浩、上田一正:第3回日本進化原生生物学研究会 (2008) "有害ハプト藻*Prymnesium parvum*の鉄欠乏ストレスに関わる遺伝子群の探索"
- 28) M. Kakikawa, F. Kobayashi, T. Maki, M. Yamada, T. Higashi, B. Chen, G.-Y. Shi, C. Hong, Y. Tobo, Y. Iwasaka: The Fifth International Workshop on Sand and Dust Storms (2008) "Dustborne microorganisms in KOSA source region, Dunhung"
- 29) G.-Y. Shi, F. Kobayashi, S. Toda, M. Yamada, M. Kakikawa, T. Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, B. Chen, T. Naganuma, Y. Iwasaka: The Fifth International Workshop on Sand and Dust Storms (2008)
  - "Direct Sampling and Identification of Bioaerosols in the Convective Mixed Layer Over KOSA Region, Dunhuang, Using the Separate Culture"
- 30) T. Maki, S. Susuki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Yamada, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, H. Hasegawa, K. Ueda, Y. Iwasaka: The Fifth International Workshop on Sand and Dust Storms (2008)

- "Halotolerant bacterial community survived in atmosphere of Asian dust (KOSA) source region, Dunhuang City"
- 31) Y. Iwasaka, G.-Y. Shi, M. Yamada, F. Kobayashi, M. Kakikawa, T. Maki, T. Naganuma, B. Chen: The Fifth International Workshop on Sand and Dust Storms (2008) "Mixing state of micro-biota and KOSA particles: Balloon-borne measurements at Dunguang, China"
- 32) 牧輝弥、鈴木振二、青木一真、小林史尚、柿川真紀子、山田丸、東朋美、長谷川浩、上田一正、岩坂泰信:日本分析化学会第57年会(2008) "立山積雪断面に含まれる黄砂バイオエアロゾルからの細菌群の検出"
- 33) Susuki S., Maki T., Kobayashi F., Kakikawa M., Yamada M., Higashi T., Hong C., Toubou Y., Hasegawa H., Ueda K., Iwasaka Y.:15<sup>th</sup> Asian Symposium on Ecotechnology (2008) "The bacterial species composition of the bioaerosol in the Suzu City by PCR-DGGE methods"
- 34) 牧輝弥、鈴木振二、小林史尚、柿川真紀子、山田丸、東朋美、長谷川浩、上田一正、岩坂泰信:第24回日本微生物生態学会(2008) "珠洲市上空のバイオエアロゾルにおける耐塩細菌群の種組成解析"
- 35) M. Kakikawa, T. Fujihata, M. Iwahara, S. Yamada: Asian-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2008)
  - "Enhanced Potency of Anticancer Drug, Bieomycin by ELF Magnetic Fields,"
- 36) Y. Hirai, M. Kakikawa, S. Yamada, M. Iwahara: Asian-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, (2008)
  - "Influence of ELF Magnetic Fields on Anticancer Drug Cisplatin Potency"
- 37) C.P.Gooneratne, S.Yamada, M.Iwahara, M.Kakikawa, Y.Matsumoto: Asian-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2008)
  - "Novel GMR Sensor for Detection of Magnetic Nanoparticles Inside Minute Cavities,"
- 38) 藤井邦明, 松本有加, 柿川真紀子, 岩原正吉, 山田外史: 平成20年度電気関係学会北陸支部連合大会, A-44, (2008)
  - "磁性微粒子モデルによる磁性流体の濃度と比透磁率の関係"
- 39) 松本有加, 藤井邦明, 柿川真紀子, 岩原正吉, 山田外史: 平成20年度電気関係学会北陸支部連合大会, A-45, (2008)
  - "磁性流体の磁性微粒子の分散状態と透磁率"
- 40) 藤畑貴史, 柿川真紀子, 岩原正吉, 山田外史: 平成20年度電気関係学会北陸支部連合大会, A-46 (2008)
  - "抗がん剤の作用における交流磁界の影響評価"
- 41) C. Gooneratne, S. Yamada, M. Iwahara, M. Kakikawa: 第32回日本応用磁気学会, 12pC-9 (2008) "GMR Sensor Application in Detecting and Estimating Magnetic Fluid Weight Density inside Various Size Tumors"
- 42) 柿川真紀子,平井雄一郎, 岩原正吉, 山田外史:第32回日本応用磁気学会 14a1PS-41 (2008) "抗がん剤シスプラチンの作用における交流磁界曝露影響"
- 43) 岩坂泰信、小林史尚、牧輝弥、柿川真紀子、山田丸:第25回エアロゾル科学・技術研究討論

会 A01 (2008)

- "黄砂バイオエアロゾルを考えるわけ"
- 44) 柿川真紀子、小林史尚、牧輝弥、山田丸、東朋美、陳彬、石廣玉、當房豊、洪天祥、岩坂泰信:第25回エアロゾル科学・技術研究討論会 A04 (2008)
  - "黄砂発生源のエアロゾルに含まれる微生物"
- 45) 山田丸、小林史尚、牧輝弥、柿川真紀子、張代洲、陳彬、洪天祥、當房豊、長谷正博、東朋美、原和嵩、石廣玉、岩坂泰信:第25回エアロゾル科学・技術研究討論会 A03 (2008) "気球を用いた対流圏バイオエアロゾルの拡散に関する研究"
- 46) 鈴木振二、牧輝弥、小林史尚、柿川真紀子、山田丸、東朋美、陳彬、石廣玉、當房豊、洪天祥、長谷川浩、上田一正、岩坂泰信:第25回エアロゾル科学・技術研究討論会 A05 (2008) "黄砂粒子上に生残する耐塩細菌群の種組成解析"
- 47) S. Toda, F. Kobayashi, M. Yamada, M. Kakikawa, T. Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: International Aerosol Symposium 2008, 227-228 (2008) "Isolation, Identification, and Direct sampling of Bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang"
- 48) M. Yamada, Y. Iwasaka, D. Zhang, T. Miyazawa, F. Kobayashi, M. Kakikawa, K. Hayakawa: International Aerosol Symposium 2008, 263-264 (2008)
  - "Development of a particle counter for bioaerosol measurement"
- 49) 小林史尚, 牧輝弥, 柿川真紀子, 東朋美, 山田丸, 石廣玉, 岩坂泰信, 第49回年会大気環境 学会 (2008)
  - "敦煌気球観測で見られる微生物と黄砂"
- 50) 山田丸, 小林史尚, 牧輝弥, 柿川真紀子, 張代洲, 陳彬, 洪天祥, 當房豊, 長谷正博, 石廣玉, 岩坂泰信:第49回年会大気環境学会(2008)
  - "気球を用いた対流圏バイオエアロゾル観測:粒子数濃度計測とバイオエアロゾル混合状態 の解析"
- 51) F. Kobayashi, S. Toda, M. Yamada, M. Kakikawa T., Maki, T. Higashi, C. Hong, Y. Tobo, B. Chen, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: IGAC 10th International Conference (2008)
  - "Bioaerosols in the Convective Mixed Layer Over KOSA Region, Dunhuang"
- 52) M. Yamada, T. Maki, F. Kobayashi, B. Chen, M. Kakikawa, D. Zhang, M. Nagatani, C. Hong, G.-Y. Shi, Y. Iwasaka: IGAC 10th International Conference (2008)

  "Diffusion of bioaerosols linked with mineral particles in the boundary layer over a desert area of the Northwest China,"
- 53) 小林史尚, 山田丸, 牧輝弥, 柿川真紀子, 山田洋一, 東朋美, 荻野千秋, Kim Yang-Hoon: 第三回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2009)
  - "黄砂バイオエアロゾルの越境的健康被害調査のためのサンプリング・同定に関する研究"
- 54) 柿川真紀子,小林史尚,牧輝弥,山田丸,東朋美,陳彬,石廣玉,當房豊,洪天祥,岩坂泰信:第三回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2009) "敦煌で採集したバイオエアロゾルのメタゲノム解析"
- 55) 牧輝弥, 鈴木振二, 小林史尚, 柿川真紀子, 山田丸, 東朋美, 岩坂安信: 第三回大気バイオ

エアロゾルシンポジウム (2009)

"大気バイオエアロゾル中に生残する耐塩細菌群の種組成の解明"

56) 山田丸, 小林史尚, 岩坂泰信, 柿川真紀子, 牧輝弥, 張代洲, 長谷正博, 陳彬, 石廣玉:第 三回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2009)

"敦煌における対流圏バイオエアロゾルの顕微鏡観察"

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

- (4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)
  - 1) 第二回大気バイオエアロゾルシンポジウム(2008年1月12日、熊本県立大学、約50名)
  - 2) 第三回大気バイオエアロゾルシンポジウム (2009年1月11日、仙台KKRホテル、約50名)
- (5) マスコミ等への公表・報道等
- 1) 朝日新聞(2008年6月20日、全国版一面、次頁参照)
- 2) 熊本日日新聞(2009年4月25日、朝刊社会面)
- 3) 北國新聞(2008年5月8日、石川版)
- 4) 北陸中日新聞(2008年5月8日、石川版)
- 5) 朝日新聞(2008年5月8日、石川版)
- 6) 読売新聞(2008年5月8日、石川版)
- 7) 北陸中日新聞(2009年4月29日、石川版)
- 8) 週刊文春(2009年3月12日号、文藝春秋社、p. 46-49、次頁参照)
- 9) テレビ朝日報道ステーション(2009年3月17日、黄砂バイオエアロゾルの採取と同定の成果について資料提供し、5分ほど紹介)
- 10) フジテレビサキヨミLive (2009年4月19日、黄砂バイオエアロゾルの採取、分析と健康影響 の成果について10分ほど紹介)
- 11) NHKサイエンスゼロ (放送日未定2009年5月30日の予定、珠洲における黄砂バイオエアロ ゾルの採取、分析と健康影響などについて紹介)
- 12) NHKニュース石川版(2008年5月7日、珠洲での黄砂バイオエアロゾルサンプリングについて5分ほど紹介)
- 13) 北陸朝日放送ニュース石川版(2008年5月7日、珠洲での黄砂バイオエアロゾルサンプリングについて5分ほど紹介)
- (6) その他

2008年度日本エアロゾル学会論文賞受賞(2008年8月21日,論文名「黄砂発生源におけるバイオエアロゾル拡散に関する研究」:8.研究成果の発表状況(1)誌上発表〈論文(査読あり)〉の1)に記載した論文、次頁参照)



朝日新聞(2008年6月20日、全国版一面)記事



週刊文春(2009年3月12日号、文藝春秋社、p. 46-47) 記事



週刊文春(2009年3月12日号、文藝春秋社、p. 48-49) 記事



論文賞受賞論文表紙(左)と賞状(右)