

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2014

課題番号：22241014

研究課題名(和文)複合汚染環境における薬剤耐性遺伝子の消長とヒト病原菌への伝播リスク

研究課題名(英文) Multiple contamination effect on occurrence and spreading of antibiotic resistance genes in environment

研究代表者

鈴木 聡 (Suzuki, Satoru)

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授

研究者番号：90196816

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,600,000円

研究成果の概要(和文)：抗菌剤とほかの化学物質の共存下での薬剤耐性菌の応答を明らかにした。1) 特定の金属存在下で薬剤耐性遺伝子の水平伝播が促進されることが明らかになった。2) その促進の有無は遺伝子の供与菌種と受容菌種の組み合わせなどで異なったことから、環境由来日和見感染菌の耐性獲得リスクはケースバイケースであることが示唆された。3) 海水中のyet-to-be cultured細菌群集が耐性遺伝子のリザーバになっていることを初めて明らかにした。4) 薬剤汚染がほとんどない環境でも耐性遺伝子は残存する実態が明らかになった。今後は環境の耐性遺伝子の人間環境への侵入ルート、そのリスクを明らかにする必要がある。

研究成果の概要(英文)：Environmental contamination with antibiotics and other chemicals showed various effect on microbes. 1) Co-presence of vanadium and antibiotics accelerate horizontal gene transfer (HGT) between Vibrio and E. coli, but not between Acinetobacter and Vibrio, suggesting specific combination is needed for the HGT acceleration. 2) This suggests that HGT among opportunistic pathogens in environment is a case by case manner. 3) Yet-to-be cultured marine bacteria are a reservoir of antibiotic resistance genes (ARGs), which is the first evidence of role of non-culturable microbes in the ARGs retaining in environment. 4) ARGs are retained in non-contaminated environment such as marine sediment for long time. Next mission is to clear the invasion rout to human environment, and to evaluate the risk.

研究分野：環境微生物学

キーワード：薬剤耐性 耐性遺伝子 遺伝子水平伝播 環境細菌 日和見感染菌

### 1. 研究開始当初の背景

抗生物質に耐性を示す薬剤耐性病原体の出現は、人命を奪い水畜産業に経済的損失をもたらす。このような被害は毎年のように世界的に起こっており、薬剤耐性菌対策は各国で頭を悩ませている問題である。薬剤耐性形質は遺伝子に担われており、おもに二つの獲得機構がある。まず、細菌が本来有している遺伝子の変異や発現調節によって自然耐性が誘導される場合であり、もう一つは外来の耐性遺伝子を水平伝達によって獲得する場合である。臨床病原菌では薬剤耐性のメカニズム的研究は分子レベルで進んでいるが、自然環境での耐性菌と耐性遺伝子の動態はあまり知られていない。近年欧米では畜産現場から耐性菌が排水池・地下水等へ移動することが報告され、また、堆肥中での遺伝子検出研究が行なわれている。これらは臨床・畜産環境での薬剤暴露によって腸内菌・病原菌が耐性化し、それが環境に放出される場合の研究である。いっぽう、水圏の薬剤汚染状況については東南アジアでも報告が数報あり、耐性遺伝子では水銀耐性と薬剤耐性がリンクすることについて最近報告があった。しかし、耐性菌の水圏環境中での発生原因、潜伏場所、移動・拡散などの知見はいまだにない。本研究は薬剤・化学汚染によって自然耐性誘導と遺伝子水平伝播が実際の環境でどのように発生して耐性菌増加を起こしているかを定量的に明らかにする研究と位置づけられる。

申請者は環境細菌に着目し、これまで自然環境における耐性菌分布を人為影響の少ない海洋および人間生活に密着した水圏環境でモニタリングしてきた。その結果、薬剤汚染のない外洋堆積物中の細菌においてもテトラサイクリン耐性菌が検出され、耐性菌率がある種の金属汚染と相関があることをみいだした。また、海洋細菌からヒトの腸内菌へ薬剤耐性遺伝子が高率で伝達されることを試験管内実験で明らかにした。さらに、科研費基盤B(海外学術, H19~22)において、東南アジアの稲作・養殖・畜産複合農業環境ではサルファ剤汚染があること、および複数の耐性遺伝子を持つ多剤耐性菌が多いことを明らかにしてきた。これらのことから、水圏環境細菌が、複数の薬剤汚染や金属などの化学物質暴露で多剤耐性化する可能性および耐性遺伝子が水利用や農水畜産物を通して人間社会へ移動している可能性が示唆され、その解明の必要性が認識された。試験管レベルでは薬剤と金属両方を排出するポンプがヒト病原菌で研究されている。申請者は分布モニタリングを継続する一方、あらたに環境での耐性遺伝子の発生・残存・伝播について定量的実験を展開することで、水圏環境が薬剤耐性菌の起源とリザーバになっていることを解明し、環境由

来の薬剤耐性菌リスク評価のための根拠となる研究を着想した。

### 2. 研究の目的

本研究では、環境細菌において、薬剤耐性の発生や拡大が様々な化学物質によっても影響を受け、その形質がヒトの病原細菌にまで侵入・伝播する機構と実態を解明することを目的とする。

### 3. 研究の方法

1) 抗菌剤、金属等の微生物生態系影響：マイクロソームモデル環境を作成し、薬剤(テトラサイクリン)の動態を把握し、分解、移行、残存を知る。また、微生物群集の薬剤・金属に対する交差耐性誘導および耐性遺伝子の発現・伝播を究明する。

2) 薬剤耐性遺伝子の環境濃度と伝播：薬剤耐性菌の解析は非培養法と培養法を組み合わせ、遺伝子濃度の違いと変動を解明する。モデル環境解析と同時に現場の汚染実態解明を行ない、遺伝子動態(環境中の遺伝子量変動)を把握する。耐性遺伝子の定量はqPCRで行なう。

3) 実験的遺伝子水平伝播への金属の影響：水圏環境から分離した耐性菌から、環境中にも存在するヒトの日和見病原菌(緑膿菌, *Acinetobacter* 等)や大腸菌への遺伝子伝達能をフィルタメイティング法で解析し、環境常在細菌からの遺伝子の移動侵入拡散リスクの究明を試みる。

### 4. 研究成果

(1) 金属汚染、有機汚染下での薬剤耐性遺伝子定量：

薬剤耐性遺伝子の分布をガーナと南アフリカで調査した。薬剤耐性は、金属・元素類の複合汚染で発生することが知られているため、ガーナではe-wasteで調査した。その結果、ラグーン、養殖場およびe-wasteではいずれでもテトラサイクリン耐性遺伝子 *tet(M)* と水銀耐性遺伝子 *merA* コピー数の相関はなく、かつコピー数は  $10^{-8\sim-7}$  コピー/16S rRNA 遺伝子数と少なかった。ガーナではまだ薬剤使用量は少なく、金属濃度も選択圧になるほどは高くないため、環境細菌群集における耐性遺伝子の増加・拡散は低度なのかもしれない。

一方、南アフリカの郊外河川、市内河川および下水処理場排水の結果では、郊外河川水ではサルファ剤、テトラサイクリンの耐性遺伝子は少なかったが、市内河川と下水処理場水では *sul1*, *sul2* がともに  $10^{-2\sim-1}$  コピー/16S と高く、*tet(M)* は  $10^{-3}$  であった。環境細菌群集中にこれらの耐性遺伝子が高率に保有されている実態が分かった。*sul3* は群集中では主要ではないが、培養可能なサルファ剤耐性菌が保有しており、遺伝子種によってことなる細菌群が保有していることが示唆された。耐性菌出現率は下水処理場が郊外・市内河川

を有意に上回っており，人間排水由来の耐性菌が環境へ流出していることが明らかになった．都市人口が多く，経済的にも発展している南アフリカでは，一方でインフラ整備が遅れている．本研究では下水処理が十分機能せず，耐性菌と耐性遺伝子が環境へ流出していること，および環境細菌群集に耐性遺伝子が伝播・蓄積している実態が明らかになった．

(2) 金属共存が耐性遺伝子の水平伝達に及ぼす影響：

東京湾から外洋までの堆積物を分析したところ，バナジウム濃度とテトラサイクリン耐性菌出現率に相関があった．いくつかの金属が薬剤耐性と共耐性を示すことは報告があるが，バナジウムでは知られていない．これまでの共耐性は，薬剤排出ポンプの共有が主であったが，本研究では，金属による耐性遺伝子の水平伝達への影響するのではないかと，という仮説をたて，実験的に証明を試みた．その結果，バナジウム 500  $\mu\text{M}$  以上で，*Photobacterium* から大腸菌への *tet(M)* の水平伝達が促進されることが明らかになった．カルシウム（陽性対照）でも同様に促進された．一方，亜鉛やカドミウムでは逆に水平伝達率は下がった．これは特定の金属で遺伝子水平伝播が促進されることを初めて示した研究である．一方，近年注目されている日和見感染菌の *Acinetobacter* から *Vibrio* への伝達は促進も阻害もなく，効果はドナーとレシピエントの組み合わせで異なることが明らかになった．このことは，環境での耐性遺伝子の水平伝播による拡散リスクは群集を構成する菌種によって異なることを示唆している．

(3) 微生物群集内での耐性遺伝子保有者は？：

四国の海面養殖場では複数の薬剤が毎年投与される．近年ではオキシテトラサイクリン(OTC)が主要であり，量と頻度は少ないがサルファ剤系，キノロン系も使用される．通年で漁場海水中の耐性遺伝子濃度を測定したところ，*sul2* が優占し，*sul1*，*sul3* および *tet(M)* は月によって特徴的に出現した．培養法で検出されるサルファ剤および OTC 耐性菌が *sul1*，*sul3*，*tet(M)* を保有していない場合でもこれらが海水中には高い濃度で検出されたことから，海水中の

未培養菌 (yet-to-be cultured bacteria) が保有していると考えられた．未培養菌への耐性遺伝子伝達およびその逆の未培養菌から人の病原菌への伝達が起こるか否かは本研究で初めて着目した点であり，今後の新たな課題である．

4. まとめ：

本研究では，1) 特定の金属存在下で薬剤耐性遺伝子の水平伝播が促進されることが明らかになった．2) その促進の有無は遺伝子の供与菌種と受容菌種の組み合わせなどで異なることから，環境の日和見感染菌の耐性遺伝子獲得リスクはケースバイケースであると示唆された．3) 海水中の yet-to-be cultured 細菌群集が耐性遺伝子のリザーバになっていることを初めて明らかにした．4) 薬剤汚染がほとんどない環境でも耐性遺伝子は残存する実態が明らかになった．以上の概略を図に示す．今後は環境の耐性遺伝子の人間環境への侵入ルート，そのリスクを明らかにする必要がある．

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 24 件)

1. Nonaka, L., Maruyama, F., Suzuki, S. and Masuda, M. (2015) Novel macrolide resistance genes, *mef(C)* and *mph(G)*, carried by plasmids from *Vibrio* and *Photobacterium* isolated from sediment and seawater of a coastal aquaculture site. *Lett. Appl. Microbiol.*, 61, 1-6. doi:10.1111/lam.12414 (査読有り)
2. Cruz, A., Anselmo, A.M., Suzuki, S. and Mendo, S. (2015) Tributyltin (TBT): a review on microbial resistance and degradation. *Crit. Rev. Env. Sci. Technol.*, 45, 970-1006, doi:10.1080/10643389.2014.924181 (総説，査読有り)
3. Cruz, A., Suzuki, S. 他(全 11 名, 9 番目) (2014) A microcosm approach to evaluate the degradation of tributyltin (TBT) by *Aeromonas molluscorum* Av27 in estuarine sediments. *Environ. Res.*, 132, 430-437, http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.031 (査読有り)
4. Nonaka, L., Suzuki, S. 他(全 8 名, 7 番目) (2014) Various pAQU plasmids possibly contribute to disseminate tetracycline resistance gene *tet(M)* among marine bacterial community. *Front. Microbiol.*, 5, article 152, doi: 10.3389/fmicb.2014.00152 (査読有り)
5. Muziasari, W.I., Suzuki, S. 他(全 8 人, 7 番目) (2014) Sulphonamide and trimethoprim resistance genes persist

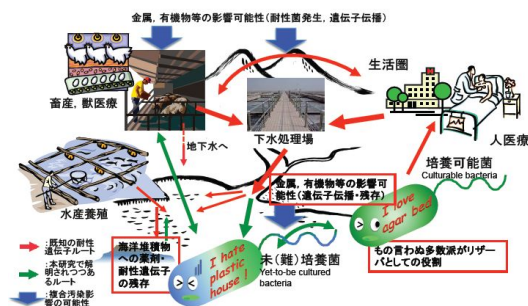


図. 本研究で明らかになった点(四角囲い)と示唆される点(緑矢印)

- in sediments at Baltic Sea aquaculture farms but are not detected in the surrounding environment. *PLOS ONE*, 9, e92702, doi:10.1371/journal.pone.0092702 (査読有り)
6. Yoshida, M. and Suzuki, S. (2014) Heavy oil exposure increases viral production in natural marine bacterial populations. *J. Oceanogr.*, 70, 115-122, doi:10.1007/s10872-013-0216-2 (査読有り)
  7. Pruden A., Suzuki S. 他 (全 13 名, 8 番目) (2013) Management options for reducing release of antibiotics and antibiotic resistance genes to the environment. *Environ. Health Perspect.*, 121, 878-885. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206446> (総説, 査読有り)
  8. Cruz, A., Suzuki, S. 他 (全 6 名, 5 番目) (2013) *Aeromonas molluscorum* Av27 is a potential tributyltin (TBT) bioremediator: phenotypic and genotypic characterization indicates its safe application. *Antonie van Leeuwenhoek J. Microbiol.*, 104, 385-396. (査読有り)
  9. Suzuki, S. 他 6 名 (2013) Who possesses drug resistance genes in the aquatic environment? : sulfamethoxazole (SMX) resistance genes among the bacterial community in water environment of Metro-Manila, Philippines. *Front. Microbiol.*, 4, doi:10.3389/fmicb.2013.00102. (査読有り)
  10. Suga, N., Ogo, M. and Suzuki, S. (2013) Risk assessment of oxytetracycline in water phase to major sediment bacterial community: a water-sediment microcosm study. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 36, 142-148. (査読有り)
  11. Cruz, A., Suzuki, S. 他 (全 7 名, 6 番目) (2013) *sugE*: a gene involved in tributyltin (TBT) resistance of *Aeromonas molluscorum* Av27. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 59, 39-47. (査読有り)
  12. Shimizu, A., Suzuki, S. 他 (全 17 名, 10 番目) (2013) Ubiquitous occurrence of sulfonamides in tropical Asian waters. *Sci. Total Environ.*, 452-453, 108-115. (査読有り)
  13. Seto, M., Wada, S. and Suzuki, S. (2013) The effect of zinc on aquatic microbial ecosystems and the degradation of dissolved organic matter. *Chemosphere*, 90, 1091-1102. (査読有り)
  14. Suga, N., Ogo, M. and Suzuki, S. (2013) Risk assessment of oxytetracycline in water phase to major sediment bacterial community: a water-sediment microcosm study. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 36, 142-148. (査読有り)
  15. Cruz, A., Suzuki, S. (全 7 名, 6 番目) (2013) *sugE*: a gene involved in tributyltin (TBT) resistance of *Aeromonas molluscorum* Av27. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 59, 39-47. (査読有り)
  16. 鈴木 聡 (2012) 水圏環境における抗生物質耐性遺伝子の挙動 バイオサイエンスとインダストリー, 70, 474-476. (査読無し)
  17. Suzuki, S. and Hoa P. T. P (2012) Distribution of quinolone, sulfonamides, tetracyclines in aquatic environment and antibiotic resistance in Indochina. *Front. Microbiol.*, 3, 67. doi:10.3389/fmicb.2012.00067. (総説, 査読有り)
  18. Suzuki, S. Kimura, M., Agusa, T. and Rahman, H. M. (2012) Vanadium accelerates horizontal transfer of *tet(M)* gene from marine *Photobacterium* to *E. coli*. *FEMS Microbiol. Lett.*, 336, 52-56. (査読有り)
  19. Fukushima, K., Dubey, S. K. and Suzuki, S. (2012) *YgiW* homologous gene from *Pseudomonas aeruginosa* 25W is responsible for tributyltin resistance. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 58, 283-289. (査読有り)
  20. Cruz, A., Suzuki, S. 他 (全 7 名, 6 番目) (2012) Effect of tributyltin (TBT) on the metabolic activity of estuarine bacteria. *Environ. Toxicol.*, 27, 11-17. (査読有り)
  21. Takasu, H., Suzuki, S. 他 (全 4 名, 2 番目) (2011) Fluoroquinolone (FQ) contamination does not correlate with occurrence of FQ-resistant bacteria in aquatic environments of Vietnam and Thailand. *Microbes Environ.*, 26, 135-143. (査読有り)
  22. Hoa, P.H.P., Suzuki, S. 他 (全 8 名, 8 番目) (2011) Antibiotic contamination and antibiotic-resistant bacteria in animal farms, city canal and aquaculture environments of north Vietnam. *Sci. Total Environ.* 409, 2894-2901. (査読有り)
  23. Wada, S. and Suzuki, S. (2011) Inhibitory effect of zinc on remineralisation of dissolved organic matter in the coastal environment. *Aquat. Microb. Ecol.*, 63, 47-59. (査読有り)
  24. Tamminen, M., Suzuki, S. 他 (全 8 名, 7 番目) (2011) Tetracycline resistance

genes persist at aquaculture farms in the absence of selection pressure. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 386-391. (査読有り)

〔学会発表〕(計 25 件)

1. 野中里佐,丸山史人,矢野大和,大西勇輝,広瀬 侑,鈴木 聡,増田道明: 養殖場由来 *Vibrio* sp. が保有する伝達性多剤耐性プラスミドの受容菌染色体への取り込み機構. 環境微生物系学会合同大会 2014, アクトシティ浜松(浜松市), 10 月, 要旨集 98. (2014)
2. 大久保寅彦,臼井 優,鈴木 聡,高田秀重,田村 豊: バンコク周辺の水圏環境における薬剤耐性菌とその耐性遺伝子の解析. 環境微生物系学会合同大会 2014, アクトシティ浜松(浜松市), 10 月, 要旨集 98. (2014)
3. 臼井 優,大久保寅彦,福田 昭,高田秀重,鈴木 聡,田村 豊: 水圏環境からの薬剤耐性遺伝子伝播における人工の役割. 環境微生物系学会合同大会 2014, アクトシティ浜松(浜松市), 10 月, 要旨集 99. (2014)
4. 鈴木 聡: 養殖場環境における抗菌剤耐性遺伝子( ARGs )の分布: 水圏で ARGs を保有する菌はなにものか? 抗感染薬開発フォーラム第 9 回セミナー, 慶応大学薬学部(東京都), 10 月, 要旨無.(招待講演)(2014)
5. Suzuki, S.: The aquaculture environment: the focus on sulfonamide and tetracycline resistance genes. 3<sup>rd</sup> International Conference on Responsible Use of Antibiotics in Animals. Amsterdam, The Netherlands, 9 月, 要旨集 30-31. (招待講演)(2014)
6. Suzuki, S.: Who is possessing ARGs in freshwater and coastal sea? 15th International Symposium on Microbial Ecology (ISME15), Seoul, Korea, 8 月, 要旨集 9. (企画,招待講演)(2014)
7. 鈴木 聡: 水圏環境は薬剤耐性遺伝子のシンクかソースか? 第 41 回動物用抗菌剤研究会シンポジウム, 日本獣医生命科学大(武蔵境市), 4 月, 要旨集 5. (招待講演)(2014)
8. 鈴木 聡: 水圏環境・養殖環境における薬剤耐性遺伝子とその水平伝達. SATREPS 講演会, (招待講演), 大阪大学グローバルラボセンター(吹田市), 2 月, (2014)
9. 鈴木 聡: Antibiotic resistance genes (ARGs) and its horizontal gene transfer (HGT) in aquaculture environment. The 11th Leading Special Lecture, One Health に貢献する獣医科学グローバルリーダー育成プログラム, 北大獣医学研究科(招待講演), 北大獣医学部(札幌市), 12 月, (2013)
10. 鈴木 聡・小郷みつ子・小池達也・高田秀重・Brent Newman: 南アフリカ(ダーバン)の河川, 下水処理場におけるサルファ剤耐性遺伝子の定量. 日本細菌学会中国四国支部大会, 広島国際大学(呉), 11 月, 要旨集 50. (2013)
11. 大西勇輝,野中里佐,鈴木 聡: 沿岸養殖場環境には多様な遺伝子水平伝達因子が混在する. 第 29 回日本微生物生態学会大会, 鹿児島大学(鹿児島市), 11 月, 要旨集 98. (2013)
12. Nonaka, L., Maruyama, F., Suzuki, S., Masuda, M: Novel macrolide resistance operon, *mef(C)-mph(G)*, carried by plasmids isolated from *Vibrio* and *Photobacterium* species from an aquaculture site. 第 29 回日本微生物生態学会大会, 鹿児島大学(鹿児島市), 11 月, 要旨集 101. (2013)
13. Suzuki, S., Ogo, M., Muziasari, W., Koike, T. and Virta, M.: Antibiotic resistance genes in the water column of aquaculture sites in the Baltic Sea. The Canadian Society of Microbiologists 63rd Annual Conference, Ottawa, Canada, June, 要旨集 XI. (2013)
12. Suzuki, S. and Nonaka, L.: Diverse mechanisms of antibiotic resistance gene transfer in aquaculture. The Canadian Society of Microbiologists 63rd Annual Conference, Ottawa, Canada, June, 要旨集 シンポジウム 5. (招待講演)(2013)
13. 鈴木 聡・木村 碧・阿草哲郎: パナジウムによる *Photobacterium* から *E. coli* へのテトラサイクリン耐性遺伝子 *tet(M)* の水平伝達の促進. 第 46 回腸炎ピブリオンシンポジウム, 日本文理大由布院研修所(由布院町), 11 月, 要旨 22. (2012)
14. 後藤周史・横川太一・佐藤-高部由季・鈴木 聡: スルファメトキサゾールを加えたマイクロゾム内の海洋細菌における全菌数とスルホンアミド耐性遺伝子の変化. 日本微生物生態学会第 28 回大会, 豊橋技術科学大学(豊橋市), 9 月, 要旨集 135. (2012)
15. Oktaviani, A. N.・横川太一・鈴木 聡: マイクロゾムを用いた環境細菌群集の抗生物質に対する応答解析. 日本微生物生態学会第 28 回大会, 豊橋技術科学大学(豊橋市), 9 月, 要旨集 135. (2012)
16. Suzuki, S., Ogo, M., Miller, T. W., Shimizu, A., Takada, H. and Siringan, M. A. T. (invited): Unique distribution of sulfonamide resistance genes, *sul*, in the Philippines aquatic environment. 6th SETAC World, Berlin, Germany,

- May. Abstract EP01A-2. (2012)
17. Shinomiya, H., Suzuki, S., Murase, M. and Asano, Y.: Multilocus sequence typing of *P. aeruginosa* clinical and environmental isolates. 第85回日本細菌学会総会, 長崎ブリックホール(長崎市), 3月, 日本細菌学雑誌, 67(1), 94, (2012)
  18. 鈴木 聡: 魚介類養殖環境における薬剤耐性菌, 第46回緑膿菌感染症研究会, 慶応大学医学部(東京都), 2月, 抄録集 31 (シンポジウム招待講演) (2012)
  19. 大林由美子・鈴木 聡: 0.2 μm 濾過海水中の細菌の高い増殖活性と, 海水中“溶存態”プロテアーゼの起源のなぞ. 第27回日本微生物生態学会大会, 京都大学(京都市), 10月, 要旨集 65. (2011)
  20. Kawahara, K., Hachiya, K., Nonaka, L., Suzuki, S. and Shinomiya, H.: Chemical characterization of lipopolysaccharides of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from clinical and aquatic environments. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo Convention Center (Sapporo), September, Abstract P-BA20-60. (2011)
  21. Suzuki, S., Miller, T. W., Ogo, M., Shimizu, A., Takada, H. and Srangan, M. A.: Antibiotic and drug-resistant bacterial contamination in aquatic environments around Metro-Manila, The Philippines, following catastrophic flooding by typhoon Ketsana (Ondoy). International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo Convention Center (Sapporo), September, Abstract P-BA25-18. (2011)
  22. Shinomiya, H., Suzuki, S., Nonaka, L., Kogure, K. and Asano, Y.: Pathogenic characterization of *P. aeruginosa* strains isolated from hospital patients and various aquatic environments: river, coastal areas and the ocean. International Union of Microbiological Societies 2011 Congress, Sapporo Convention Center (Sapporo), September, Abstract P-BA29-3. (2011)
  23. Suzuki, S.: Contamination status of antibiotics and antibiotic-resistant bacteria in Asian aquatic environments. Special lecture, Department of Microbiology, University of Helsinki, Helsinki, Finland, Feb. (2011)
  24. Bong, C.W. and Suzuki, S.: Cross

resistance to antibiotics and metals in marine bacteria. 第26回日本微生物生態学会大会, 筑波大学(筑波市), 11月, 要旨 101. (2010)

25. Kim, S-J. and Suzuki, S.: Relationship between antibiotics and metal resistance in *Bacillus* sp. isolated from marine sediment. 第26回日本微生物生態学会大会, 筑波大学(筑波市), 11月, 要旨 105. (2010)

〔図書〕(計2件)

1. 鈴木 聡 (2015) [共著書] 水圏微生物学の基礎, 木暮一啓・浜崎恒二編, 恒星社厚生閣 (印刷中)
2. 鈴木 聡 (2014) [共著書] 環境と微生物の辞典, 日本微生物生態学会編, 朝倉書店, pp. 12-13, 118-119.

〔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 0件)

名称:  
 発明者:  
 権利者:  
 種類:  
 番号:  
 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

鈴木 聡 (SUZUKI Satoru)

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授

研究者番号: 90196816

(2) 研究分担者

該当なし( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

該当なし( )

研究者番号: