

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510101

研究課題名(和文) 都市を経由する河川流域における薬剤耐性菌の実態調査とその対策技術の提案

研究課題名(英文) Susceptibility of bacteria isolates collected from river water in Japan to antibiotic agents

研究代表者

鈴木 祥広 (Suzuki, Yoshihiro)

宮崎大学・工学部・教授

研究者番号：90264366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)： 中規模都市である宮崎市の二つの河川、清武川と八重川の調査対象として、流域毎における緑膿菌の分布と各種抗生物質に対する耐性株の出現率について調査した。緑膿菌による感染症の治療薬として重要なペニシリン系のピペラシリン、セフェム系のセフトキシム、カルバペネム系のイミペネムに対して、0.2-2%の低い耐性率ではあったものの、都市を経由する河川水中に存在することが確認された。日本のように、社会基盤が国内全土で整備され、集落においても都市と同様の生活スタイル、医療などのサービスを楽しむことができる国土においては、見かけ上は清浄に見える河川においても薬剤耐性菌が分布していることが示唆された。

研究成果の概要(英文)： The distribution of *P. aeruginosa* and the resistance of *P. aeruginosa* isolates to various antibiotics were investigated from two rivers, Kiyotake and Yae that flow through Miyazaki City, Japan. *P. aeruginosa* was distributed widely along the river basins with counts ranging from 2-46 cfu/100 mL. Multidrug-resistant *P. aeruginosa* strains were not observed or isolated from either river. However, one piperacillin-resistant *P. aeruginosa* was detected among a total of 516 isolates, and this isolate was also resistant to cefotaxime and showed intermediate resistance to ceftazidime. Less than 1% of all isolates ($n = 5$) were resistant to imipenem. However, all *P. aeruginosa* isolates were completely resistant to tetracyclines. In advanced nations such as Japan where the majority of the population is urban and where medical services are widespread, antibiotic-resistant bacteria such as *P. aeruginosa* are likely to be widely distributed, even in apparently pristine rivers.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学 環境技術・環境材料

キーワード：薬剤耐性菌 緑膿菌 イミペネム 河川水 流域

1. 研究開始当初の背景

2010 年は、国内外において多剤薬剤耐性菌による院内感染の深刻な現状と問題点が社会に広く認識された年である。人間は、生活を営むなかで罹病することも多く、疾病の病状や容態に合わせて様々な複数の薬剤を服用あるいは塗布し、健康を回復している場合がほとんどである。従って、し尿や生活排水には服用・塗布した薬剤が必然的に混入しており、水環境中の微生物はこれらの薬剤に暴露される。また、腸内細菌は薬剤の服用によって劇的な影響を受け、排便・排尿とともに排泄され、水系に排出される。水環境においても薬剤耐性菌が存在し、広く分散している可能性を否定できない。

人々が安心して水とふれあい、潤いのある生活を確保するためには、従来の細菌数のモニタリングによる管理に加えて、細菌の動態や薬剤耐性の有無をも含めた衛生学的保全が強く望まれる。しかしながら、人間活動において最重要な水環境である都市を經由する河川においても、薬剤耐性菌の存否や発生源に関する情報や知見は、ほとんど得られていないのが今日の現状である。今日の薬剤耐性菌の問題で人々が不安を抱くのは、菌の存在実態や感染経路が不明であることに起因していると考えられる。水環境における薬剤耐性菌に関する正確な情報を蓄積し、適切な対策を講じることによって、人々の不安解消および衛生学的保全を図ることができる。

2. 研究の目的

緑膿菌(*Pseudomonas aeruginosa*)は、乳幼児や入院患者、高齢者など免疫力の低いヒトの健康障害の起因となる代表的なグラム陰性桿菌である。近年では日和見感染や院内感染の原因菌として、緑膿菌が問題視されている。緑膿菌は、多くの有機化合物の中での非常に高い代謝多様途性や様々な状況での適応能力を有するため、土壌、空气中、そして河川や湖沼などの多様な環境条件において生存することができる。また、緑膿菌の特徴として、薬剤耐性が強いことがあげられる。緑膿菌は、自然に耐性を獲得する能力に加え、後天的に耐性を獲得することができる。後天的な耐性の獲得は、病院内での抗生物質の乱用が原因とされている。最近では、抗緑膿菌作用を有するカルバペネム系薬、アミノグリコシド系薬、フルオロキノロン系薬の3系統の抗菌薬の全てに耐性を獲得した多剤耐性緑膿菌が出現し、院内感染症の治療において極めて深刻な障害となっている。現在、医学・疫学の分野において、薬剤耐性緑膿菌による院内感染の症例や緑膿菌の各種薬剤の耐性強度、さらには分子生物学による耐性獲得機構に関する多数の情報と知見が集積され、院内感染の対策が検討されている。

一方において、水環境中における緑膿菌の実態やその薬剤耐性に関する情報は極めて少ない。人間は、通常の家生活生活を営むなかで罹病することも多く、疾病の病状や容態に合わせて様々な複数の薬剤を服用あるいは塗布し、健康を回復している場合がほとんどである。従って、腸内細菌は薬剤の服用によって劇的な影響を受け、排便・排尿とともに排泄され、水系に排出される。また、し尿や生活排水には服用・塗布した薬剤が必然的に混入しており、水環境中の微生物はこれらの薬剤に暴露される。したがって、水環境においても薬剤耐性菌が存在し、広く分散している可能性を否定できない。残念なことに、水環境において薬剤耐性菌が広く分布している実態が明らかにされ始めている。インドのニューデリーの水道水原水や河川水から多剤耐性緑膿菌のほか、多剤に耐性を示す肺炎桿菌や大腸菌も同時に単離されている。さらには、地下水からも複数の抗生物質に耐性を有する多剤耐性緑膿菌の存在が確認されている。

人間は、日常生活のために河川水、湖沼水あるいは地下水を各種の用水として利用している。また、遊びや心身のリフレッシュのために川や海水浴場などの親水エリアとしても水辺を利用している。すなわち、人間は水と常に接触せずには、生存し、生活することは不可能である。緑膿菌の毛包炎の発生の感染源がプールに由来したことが報告されており、院内感染以外において、水を媒介して緑膿菌等の細菌に感染する危険性は十分に考えられる。しかしながら、人間活動において最重要な水環境である都市を經由する河川においても、流域を通して薬剤耐性緑膿菌の存否や分布に関する情報や知見は、ほとんど得られていない。水環境における薬剤耐性緑膿菌に関する正確な情報を蓄積し、適切な対策を講じることによって、環境衛生学的保全を図ることができる。その第一ステップとして、本研究では、宮崎市の河川流域を調査対象として緑膿菌の存在実態を調査した。さらに、単離された緑膿菌に関して各種抗生物質の薬剤感受性試験を行い、薬剤耐性の有無、ならびに河川流域における耐性菌の分布状況について検討した。なお、本研究でモデルエリアとした宮崎市は先進国の一般的な地方都市であり、人口 40 万人、下水道または浄化槽によって生活排水を処理するシステムが整備されている。

3. 研究の方法

3.1 調査対象流域

調査対象流域は、宮崎県宮崎市郊外と宮崎市内を經由する清武川と八重川を選定した。清武川は、森林を源流として、集落の点在する雑木林、農耕地、市街地を經由して、日向灘に流れ込む。採水地点は、上・中・下流の3地点から表層水を採取した。八重川の水量

の主な構成は、都市の生活排水とその処理水である。上流と下流の2地点から表層水を採取した。表に、調査した河川の概況を示す。

3.2 メンブラン法による計数と菌株の単離・同定

河川水から採水した試料(10mL, 100mL, 300mL, 500mL)をメンブランフィルター法にて吸引濾過を行った。濾過終了後、フィルターをNalidic-Acid, Ceftrimide培地(日水製薬株式会社製)に貼付し、37℃, 24時間培養した。緑膿菌は培養後のフィルター上の青色・蛍光を示したコロニーを陽性として計数した。平板培地は、20-30枚用意し、そのうちの10枚の平板培地で細菌数を計数した。コロニー計数後、用意した全平板プレートの陽性コロニーをTodd Hewite培地(日本BD製)にランダムに釣菌し、Todd Hewite培地に釣菌し、37℃, 24時間培養した。この単離株について、緑膿菌の同定を行った。緑膿菌の同定には、TaqMan *Pseudomonas aeruginosa* Detection Kit (Applied Biosystems製)を使用した。このKitは、緑膿菌特有のDNA標的配列をPCRで増幅し、その標的配列が存在した場合に限り、緑膿菌と判定する。PCR増幅は、Kitの指定するApplied Biosystems 7300 R-PCRシステム(Applied Biosystems製)を用いた。操作と判定は、キットのマニュアルに準じた。

3.3 薬剤耐性評価方法

緑膿菌として同定された株について、最小発育阻止濃度(MIC)試験を実施し、各株のMICから薬剤耐性を評価した。薬剤耐性を調べた抗生物質は以下の11種類である。ペニシリン系のピペラシリン、セフェム系のセフトアジジムとセフォタキシム、カルバペネム系のイミペネム、アミノグリコシド系のゲンタマイシンとアミカシン、フルオロキノロン系のシプロフロキサシン、テトラサイクリン系のテトラサイクリン、ミノサイクリン。なお、耐性の判定基準は、Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)の基準に準じて行い、感性(susceptible)、中程度(intermediate)、耐性(resistant)を判断した。各抗菌薬に対する感受性の判定はClinical Laboratory Standards Institute (CLSI)に従った。

4. 研究成果

4.1 河川流域における緑膿菌の濃度分布

上流域から河口の下流に至る全ての地点において2-17 cfu/100mlの範囲で緑膿菌が検出され、清武川流域全体に広く分布していることがわかった。ただし、複数回の予備調査において、森林に位置する清武川水源からは、緑膿菌は検出されない。清武川の中流地点は、下水道未整備地区の市街地の下流点で

ある。この流域には、都市下水路から浄化槽処理水や生活雑排水等が流入しており、緑膿菌数の増加に影響していると考えられる。下流河口域では、下流の試料水の塩分は11.9 psuであり、海水による希釈によって菌数が低下した。しかしながら、河川水に対する海水(34 spm)の占める割合は約35%であり、中流域と下流域の菌数を比較すると、海水による希釈率から見積もられる菌数の減少よりも、河口域の菌数は大幅に少ない。

八重川の上流点と下流点の緑膿菌数は、それぞれ32 CFU/100mlと4 CFU/100mlであった。八重川の大部分は、浄化槽処理水や生活雑排水によって構成されており、上流点においても緑膿菌が高濃度で存在することがわかった。塩分を含む下流点では、清武川の下流点と同様に、海水による希釈率から見積もられる菌数の減少よりも、河口域の菌数が大幅に減少した。河口域における緑膿菌数の減少の要因として、海水混合による緑膿菌を含む濁質の凝集沈降効果、あるいは塩分の上昇による緑膿菌の死滅効果が考えられる。

4.2 清武川から単離した菌株の薬剤耐性

ペニシリン系のピペラシリン、カルバペネム系のイミペネム、アミノグリコシド系のアミカシン、およびフルオロキノロン系のシプロフロキサシンに対して、清武川の上・中・下流域から単離した全ての菌株が感受性を示した。しかしながら、上流点において、アミカシンと同一のアミノグリコシド系抗生物質であるゲンタマイシンに対して5株が中程度耐性を示した。それ以外の地点の株は全てゲンタマイシンに対して感受性を示した。MIC50とMIC90から上・中・下流域における感受性を評価すると、ピペラシリンのMIC50は、上流域で高い。上流域の単離株は耐性株が検出されなかったが、その他の地点よりもピペラシリンに対す抵抗性が高い。アミノグリコシド系の2薬剤は、上・下流域でMIC50またはMIC90が高く、中流域の単離株の感受性が高いことが示唆された。

セフェム系抗生物質であるセフォタキシムは、中程度耐性あるいは耐性を示す単離株が上・中・下流域の全単離株数の90%以上となった。上流点と中流点において、セフォタキシム耐性株がそれぞれ4株と1株、検出された。また、セフォタキシムのMIC50も上流点が3地点の中で最も高く32 µg/mlであった。耐性菌株数、耐性発現率およびMIC50から評価すると、上流に向かってセフォタキシムに対する耐性が強くなる傾向が認められた。一方のセフォタキシムと同一系のセフトアジジムに対しては、感受性が極めて高く、下流域の1株のみが中程度耐性を示しただけであった。下流のセフトアジジムのMIC90は8 µg/mlであり、流域で最も高かった。

テトラサイクリン系抗生物質であるテトラサイクリン、およびミノサイクリンは上・中・下流域の全ての菌株(299株)が耐性を

示した。元来、緑膿菌は薬剤に対する抵抗力が強く、最も一般的な抗生物質であるテトラサイクリンに対して耐性を示すことが知られている。30年前の日本の河川においても単離された菌株の75-95%がテトラサイクリンに対して耐性を有していることが報告されている。テトラサイクリンのMIC50とMIC90は、上流から下流に行くにつれて高くなっており、徐々に耐性 清武川流域からは、薬剤耐性を示す単離株が検出されたが、院内感染で問題となっている多剤耐性緑膿菌は全く検出されなかった。

4.3 八重川から単離した菌株の薬剤耐性

アミノグリコシド系のアミカシンとゲンタマイシン、およびフルオロキノリン系のシプロフロキサシンに対して、八重川の上・下流域から単離した全ての菌株が感受性を示した。アミカシンとシプロフロキサシンは、清武川と八重川から単離された全ての株が感受性を示し、少なくとも、この流域の単離株に対しては、極めて効果的な抗生物質であることがわかった。ただし、上流域と下流域のシプロフロキサシンのMIC50は異なっており、地点によって単離株の感受性が異なる。これに対して、ペニシリン系抗生物質のピペラシリンに耐性を示す株が1株であるが、上流で確認された。

上流点において、カルバペネム系抗生物質のイミペネムに耐性を示す株が5株、中程度耐性が7株検出された。イミペネムは多剤耐性緑膿菌を判定する抗生物質の系統であるカルバペネム系の抗生物質であり、イミペネム耐性緑膿菌は臨床でも問題となっている¹²⁾。カルバペネム系抗生物質は緑膿菌の感染症の治療に使用する主要な抗生物質の1つであるため、都市を経由する河川において、イミペネム耐性緑膿菌の存在したことは、公衆衛生の保全において注意すべき情報である。

上・下流域から単離した218株のうち、セフェム系抗生物質のセフトラジジムに対して中程度耐性を示す株が1株のみ存在した。清武川と八重川に共通して、単離株はセフトラジジムに対する感受性が非常に高かった。一方の同一のセフェム系抗生物質であるセフトキサシムは、上流において、5株の耐性株と140株の中程度耐性株が存在し、中程度耐性あるいは耐性を示す単離株が上・下点の全単離株数の97%となった。下流点においても、単離株のほとんどがセフトキサシムの中程度耐性を示した。セフェム系抗生物質であるセフトキサシムに対して、両河川の緑膿菌は高い耐性を有することがわかった。

テトラサイクリン系抗生物質であるテトラサイクリンとミノサイクリンは、八重川の下流点においてミノサイクリンに1株のみが中程度耐性を示したが、残り全ての菌株が耐性を示した。本調査対象である清武川と八重川の緑膿菌は、テトラサイクリン系の抗生物質

に対して、ほぼ完全に耐性を有していることがわかった。

清武川流域と同様に、八重川流域からは、薬剤耐性を示す単離株が検出されたが、院内感染で問題となっている多剤耐性緑膿菌は全く検出されなかった。

4.4 清武川と八重川の比較

清武川と八重川からの単離株におけるMICと感受性率の関係について、各グループ毎に比較した。ピペラシリンのMICの8 μ g/mlにおいて、八重川の単離株の感受性率が清武川のそれよりも大幅に低い、すなわち、抵抗力が高い。逆に、セフトキサシムに対しては、清武川の単離株の方が八重川のそれよりも抵抗力が高い。セフトラジジムに対して、両河川の感受性はほぼ一致した。八重川からはイミペネム耐性緑膿菌が検出されているが、MICと感受性率の関係からみると、清武川と八重川ではそれほど大幅な違いはなかった。それよりも、ゲンタマイシンとアミカシンに対して、清武川の単離株の感受性が低いことが顕著であった。

シプロフロキサシンは、単離株に対して極めて効力が高く、MICが1 μ g/mlのときに100%に達したが、低濃度では、清武川の方が感受性は低い。また、テトラサイクリン系においても、清武川の方が感受性は低かった。両河川を比較することによって、河川によって各抗生物質に対する感受性が異なることがわかった。今回の調査では、清武川の方が八重川よりも各薬剤に対して感受性の低い傾向を示した。表1に示したように、八重川は生活排水起源の汚濁負荷が多く、一方の清武川は比較的清浄な河川である。清武川の上流域周辺には集落が散在するものの、採取した上流点は見かけ上は清流である。しかしながら、清武川から単離された緑膿菌は、薬剤耐性を示すことが確認された。

4.5 全単離株の評価

今回の調査で回収された全ての単離株について、MIC試験の結果を整理する。全ての単離株において、多剤耐性緑膿菌は存在しなかった。ペニシリン系のピペラシリンに耐性を示した株は極めて少なく、全体の0.19%であったが、今回の調査水域にピペラシリンが存在することが確認された。このピペラシリン耐性株はセフトキサシムにも耐性を有し、かつセフトラジジムに対しても中程度耐性を示した。2剤耐性が存在した。セフェム系のセフトラジジムに耐性を有する株は存在しなかった。一方の同じセフェム系のセフトキサシムに対して、1.94%の菌株が耐性を示した。セフェム系抗生物質として緑膿菌に対してセフトラジジムの方が効果的であることが示唆された。抗生物質として極めて効力の強いとされるカルバペネム系のイミペネムに対して、1%以下(5株)であるが、耐性を示した。この耐性株のうち、全ての5株がセフト

タキシムに対しても中度耐性を有した。また、テトラサイクリン系に対して、これらの流域の緑膿菌はほぼ完全に耐性を獲得していることが明らかであった。2 剤耐性およびイミペネム耐性の緑膿菌が身近な生活である河川から確認されたことは、検出公衆衛生の保全の観点から注意すべき情報である。

4.6 研究総括

中規模都市である宮崎市の二つの河川、清武川と八重川の調査対象として、流域毎における緑膿菌の分布と各種抗生物質に対する耐性株の出現率について調査した。緑膿菌は、河川の上流から下流に至って、2-3 2CFU/100ml の範囲で広く分布した。MIC によって薬剤耐性を評価すると、上・中・下流点のそれぞれの単離株において、各種抗生物質に対する感受性が異なり、流域毎に薬剤の抵抗性に特徴があった。また、河川によっても各種抗生物質に対する感受性が異なり、流域および河川の違いによって河川水に存在する緑膿菌の各種薬剤に対する感受性は、変化していることがわかった。さらに、緑膿菌による感染症の治療薬として重要なペニシリン系のピペラシリン、セフェム系のセフォタキシム、カルバペネム系のイミペネムに対して、0.2-2%の低い耐性率ではあったものの、都市を経由する河川水中に存在することが確認された。日本のように、社会基盤が国内全土で整備され、集落においても都市と同様の生活スタイル、医療などのサービスを受容できる国土においては、見かけ上は清浄に見える河川においても薬剤耐性菌が分布していることが示唆された。緑膿菌をはじめとする感染症原因細菌について、水環境における耐性菌の実態把握、MIC レンジに関する基礎的情報を早急に収集すべきである。

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 10 件)

Furukawa T, Suzuki Y. 2013. A proposal of source tracking of fecal pollution in recreational waters by pulsed-field gel electrophoresis. *Microbes and Environments* 28(4):444-449. 査読有

鈴木祥広, 椎屋朋子, 西山正晃, 島内英貴, 牛島理博, 関戸知雄. 2013. 下水の応急措置的処理を目的とした無機粘土系凝集剤による簡易凝集沈殿. *用水と廃水* 55(11):823-830. 査読有

古川隼士, 島内秀貴, 鈴木祥広. 2013. 河川定点におけるふん便指標細菌の遺伝子パターンの変遷. *環境技術* 42(10): 617-624. 査読有

Inoue K, Ito T, Kawano Y, Iguchi A, Miyahara M, Suzuki Y, Watanabe K. 2013. Electricity generation from cattle manure slurry by cassette-electrode microbial fuel cells. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 116(5): 610-615. 査読有

Murakami T, Suzuki Y, Oishi H, Ito K, Nakao T. 2013. Tracing the source of difficult to settle fine particles which cause turbidity in the Hitotsuse reservoir, Japan. *Journal of Environmental Management* 120:37-47. 査読有

Suzuki Y, Kajii S, Iguchi A, Nishiyama T. 2013. Susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* isolates collected from river water in Japan to antipseudomonal agents. *Science of the Total Environment* 450-451:148-154. 査読有

Suzuki Y, Kanda N, Furukawa T. 2012. Abundance of *Enterococcus* species, *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*, essential indicators of fecal pollution, in river water. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 47(11):1500-1505. 査読有

古川隼士, 川畑勇人, 鈴木祥広. 2012. 夏季における沿岸レクリエーション用水域のふん便性細菌の調査. *環境技術* 41(3):138-145. 査読有

鈴木祥広, 濱崎祥大, 荒武久道, 齋藤剛. 2012. ダム底泥に含まれる鉄が海藻ヤツマタモクの生長と増殖に及ぼす効果. *用水と廃水* 54(2):136-144. 査読有

古川隼士, 甲斐竜輔, 土手裕, 鈴木祥広. 2011. 宮崎県青島海水浴場における細菌学的調査. *水環境学会誌* 34(12):197-201. 査読有

[学会発表](計 18 件)

西山正晃, 村田匡俊, 宇野瑞穂, 鈴木祥広. 2013. 日光照射による下水二次処理水の消毒効果ならびに細菌の生残性と薬剤耐性との関係. 第 50 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.182-184. 2013.11.20 札幌

荒生靖大, 伊藤健一, 大石博之, 村上俊樹, 鈴木祥広. 2013. 鉱物学的解析によるダム堆砂の発生源追跡に関する研究. 第 50 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.260-162. 2013.11.20 札幌

古川隼士, 鈴木祥広. 2013. 沿岸レクリエ

ーション用水域におけるふん便性細菌の汚染実態と汚染追跡手法の開発に関する研究. 環境技術学会年次大会予稿集, pp.14-15. 2013.9.13-14 岐阜大学

Ushijima M, Suzuki Y. 2013. Evaluation of antimicrobial resistance of Salmonella spp. isolated from Yae River, Kyushu Island, Japan. Water and Environment Technology Conference 2013, p.53. 2013.6.15 Tokyo

Nishiyama M, Suzuki Y. 2013. Monitoring of antibiotic resistant Enterococci isolated from sewage and river water. Water and Environment Technology Conference 2013, p.55. 013.6.15 Tokyo

Shimauchi H, Furukawa T, Suzuki Y. 2013. Time course change of the gene patterns of indicator bacteria for fecal pollution in river water. Water and Environment Technology Conference 2013:57. 013.6.15 Tokyo

Arao Y, Ito K, Suzuki Y. 2013. History investigation of the sediment in Hitotuse Dam Reservoir by mineral analysis. Water and Environment Technology Conference 2013, p.59. 013.6.15 Tokyo

西山正晃, 井口純, 鈴木祥広. 2013. 下水と河川水に存在する腸球菌の薬剤耐性パターンの比較. 第 47 回日本水環境学会年会講演要旨集, pp.47-48. 2013.3.12 大阪工業大学

西山正晃, 鈴木祥広. 2013. 下水と都市河川水におけるふん便指標細菌のモニタリング調査. 平成 24 年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集, pp.47-48. 2013.2.16 北九州市

濱崎祥大, 横山保夫, 齋藤剛, 山上裕也, 鈴木祥広. 2013. 耳川流域における出水時の物質輸送に及ぼすダムの影響. 平成 24 年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集, pp.59-60. 2013.2.16 北九州市

西山正晃, 井口純, 鈴木祥広. 2012. 下水中に存在する腸球菌のバンコマイシンに対する感受性評価. 第 49 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.136-138. 2012.11.29 京都

島内英貴, 鈴木祥広, 古川隼士. 2012. 水環境における指標細菌の遺伝子パターンの変遷に関する研究. 第 49 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.60-162. 2012.11.29 京都

Suzuki Y., Furukawa T. 2012. A proposal

of source tracking of fecal pollution in recreational waters by PFGE. International Symposium on River Ecosystem Health Enhancement [Monitoring, Assessment and Source Tracking for the Ecologically Impaired Water bodies to Enhance River Ecosystem Health] (招待講演). 2012.10.30 Seoul

Nishiyama M, Suzuki Y. 2012. Evaluation of vancomycin susceptibility of Enterococci isolated from sewage. SETAC Asia Pacific 2012, 1A-2-4, p.77. 2012. 9. 24 Kumamoto

Furukawa T, Yoshida T, Suzuki Y. 2012. Identification of sources of fecal pollution in recreational waters of SPA Beach, Japan, using PFGE. SETAC Asia Pacific 2012, 2P-1-9, p.234. 2012. 9. 24 Kumamoto

Shimauchi H, Suzuki Y., Furukawa T. 2012. Time course change of the gene patterns of indicator bacteria for fecal pollution in river water. SETAC Asia Pacific 2012, 2P-2-1, p.236. 2012. 9. 24 Kumamoto

鈴木祥広, 梶井翔太. 2012. 河川流域における薬剤耐性緑膿菌の分布調査. 第 46 回日本水環境学会年会講演集, p.34. 2012.3.15 東洋大学

古川隼士, 高見徹, 吉田照豊, 鈴木祥広. 2011. PFGE 法を用いた大分県スパビーチにおけるふん便細菌の汚染源となる河川の特定. 第 48 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.49-51. 2011.11.26 大同大学

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.suzuki-labo.com>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
宮崎大学・教授・鈴木 祥広 (SUZUKI Yoshihiro)

研究者番号: 90264366

(2) 研究分担者
宮崎大学・IR 推進機構・助教・井上 謙吾 (INOUE Kengo)

研究者番号: 70581304