

第 81 回雑誌会

(July 31, 2009)

(1) PFGE analysis of enterococci isolates from recreational and drinking water in Greece

Grammenou, P., Spiliopoulou, I., Sazakli, E. and Papapetropoulou, M

Journal of Water and Health, 4, 263-269 (2006)

Reviewed by T. Furukawa

腸球菌は、院内感染の原因菌として重要視されており、近年では環境中に直接的あるいは下水処理場等を介して排出されることによる、レクリエーション用水域のふん便汚染が問題となっている。また、沿岸表層水における高濃度の腸球菌は、遊泳者の胃腸管系疾病の増加に関与していること、動物起源よりもヒト起源の腸球菌の方がリスクが大きいことが報告されている。本研究では、レクリエーション用水（海水、河川水）と飲料水（水道水、湧水）から単離した腸球菌のバイオタイプによる分類と抗生物質耐性試験を実施し、さらに PFGE 法によって腸球菌株の遺伝子型を解析した。

腸球菌は、レクリエーション用水（128 試料）と飲料水（470 試料）から合計 104 株単離された。腸球菌のうち *E. faecium* が最も高頻度で検出され（62 株）、次いで *E. faecalis*（32 株）、*E. durans*（4 株）、*E. gallinarum*（4 株）、*E. avium*（2 株）の順で検出された。Api 20Strep 試験によるバイオタイプ別の分類では、*E. faecium* において起源ごとに示すバイオタイプが異なった。しかしながら、抗生物質への耐性パターンによる分類は、*E. faecium* を含め、すべての菌種で明確にできなかった。PFGE による遺伝子型解析では、異なる起源の菌株が遺伝子的に類似した PFGE 型を示し、これらの菌株は共通の起源である可能性が高いことが考えられる。*E. faecium* 菌株の系統樹解析では、全部で 15 のクラスターに分類された。また、環境中から単離した 3 株が病院内から単離された GRE（グリコペプチド耐性腸球菌）と同じクラスターに分類された。

(2)溶存酸素濃度の連続観測を用いた実験河川における再曝気係数，一次生産速度及び呼吸速度の推定

萱場 祐一

陸水学雑誌, 66, 93-105 (2008).

レビュー：篠原 大介

河川の一次生産速度と呼吸速度の推定は，河川の物質代謝を把握する上で極めて重要である。例として，河川上流の溪流では川幅が狭く溪畔林により日射が制限され，一次生産速度が呼吸速度を下回る。扇状地河川では川幅が広く水深が浅いため，日射条件が良好となり付着藻類が有機物を生産する。このように河川の流程によって，河川中のエネルギー源の質と量は変化し，底性動物群集や魚類に影響を与える。したがって，河川の自然環境を対象とした事業は，生物を通じた物質代謝（一次生産速度や呼吸速度）を考慮した，河川生態系の保全と再生を図る必要がある。

しかしながら，物質代謝の基本ともいえる一次生産速度と呼吸速度について，日本では測定された例は少ない。これは，測定方法が十分に検討されていないことが原因である。そこで，本研究では河川の2地点において溶存酸素濃度を連続観察し，大気から水体への酸素移動量を示す係数「再曝気係数」を算出することを試みた。さらに，この結果を昼間に用いて一次生産速度，呼吸速度の推定を行い，本手法での物質代謝の見積もりの妥当性，有効性および適用条件に関する考察をした。岐阜県各務原市土木研究所自然共生研究センター実験河川を使用し，算出した再曝気係数からの一次生産速度と呼吸速度の推定を行った。再曝気係数の平均値は 0.52h^{-1} であり，一次生産速度の平均値は総生産速度が $440\text{mg}\cdot\text{O}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ，純生産速度は $-70\text{mg}\cdot\text{O}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ となり，呼吸速度の平均値は $510\text{mg}\cdot\text{O}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ となった。これらの値は既往の研究における値と同程度になった。これらの結果から，本手法に基づいた推定値の精度は良好であると判断した。しかしながら，本手法を現地河川に適用する場合，2地点の下流時間が短いこと，2地点の溶存酸素濃度の差が時間的に変動すること，下流方向に水理条件が均一であるといった条件を満たさなければならない。今後，本手法の現地河川への適用範囲を明確にする必要がある。

(3) 緑膿菌用選択培地の開発

小高 秀正, 榎谷 総子, 加藤 英夫, 本田 徹朗, 山口 恵三

日本臨床微生物学雑誌 10, 6-17 (2000).

レビュー: 梶井 翔太

緑膿菌は、院内感染における日和見感染症の重要な起因菌の一つであり、その発生頻度も非常に高い。また、緑膿菌は多くの抗菌薬に耐性を示すため、一旦発症すると、その治療は困難となる症例も多くみられる。したがって緑膿菌による院内感染防止は非常に重要であり、そのためには緑膿菌を対象にした疫学的調査を充実させる必要がある。しかしながら、従来用いられている緑膿菌選択培地は他の細菌が発育したり、高い選択性を持っていないなどの種々の問題点が指摘されてきている。そこで、本研究ではペプトン 41 種類、寒天 22 種類を組み合わせた合計 902 種類の培地を作製し、緑膿菌 16 株(標準株 5 株, 臨床由来株 11 株)を増養し、色素産生性をペプトンと寒天の微量元素から考えるとともに、マグネシウムの影響についても検討した。その結果から、緑膿菌の色素産生性を良好にする組織を構築し、さらに選択性についても検討を加え、緑膿菌用選択培地の開発を試みた。

微量元素については、リン酸を多く含むペプトンと寒天を培地組成に組み込み、マグネシウムについては塩化マグネシウムと硫酸カリウムを加えることによって、緑膿菌の色素産生性が改良された。また、選択物質として、セトリミド、カナマイシン、ナリジクス酸の組み合わせは、緑膿菌の発育や色素産生性が良く、他菌種の抑制性に優れていた。この結果から、緑膿菌の産生する色素を分離培地上で確認できる培地の組成として次のような組成の構築ができた: 精製水 1L 当たり、ゼラチンペプトン 20g, 塩化マグネシウム 3g, 硫酸カリウム 10g, セトリミド 0.3g, カナマイシン硫酸塩 0.05g, ナリジクス酸 0.005g, 寒天(Hispan) 15g, グリセリン 10ml, pH7.0±0.1。以上の検討から、緑膿菌の発育および色素産生が良く、緑膿菌以外のグラム陰性菌やグラム陽性菌を抑制する緑膿菌選択培地を開発することができた。今後、本培地を供試して、現在臨床現場で用いられている NAC 寒天, Pseudosei™ 寒天, および PASA と分離性能, 鑑別性能など臨床検体を用いて比較検討する必要がある。

第 82 回雑誌会

(Aug 7, 2009)

(1) Time-Frequency Analysis of Beach Bacteria Variations and its Implication for Recreational Water Quality Modeling

Ge, Z., Frick, W. E.

Environmental Science and Technology, 43, 1128-1133(2009).

Reviewed by H. Kawabata

タイムリーかつ高精度な水質予測は、レクリエーションビーチにおける公衆衛生を保全する上において必要不可欠である。しかしながら、現行のふん便性指標細菌の分析には 18~24 時間かかるうえに、その後のビーチにおける細菌濃度変化の予測が難しいという問題点がある。さらに、カリフォルニアのハンティングトンビーチにおいて腸球菌の多重時間水質調査を行ったところ、調査期間中に磯の細菌濃度が 7 オーダーも変化したことや、細菌の増減には 1 日以上周期があることが報告されている。ある特定の場所における細菌の濃度変化の構造について、よりよい予測をするためには、進化した分析技術が必要となる。そこで本研究では、地球物理学、工学技術、物理学など幅広い分野に適用できる数学的ツールであるウェーブレット解析を用い、大腸菌濃度とその説明変数（濁度、水温、波高、降雨量、陸上の風速、沿岸の風速、太陽放射、雲量、露点）の多重時間構造を解析した。

ウェーブレット変換専用のコンピュータプログラムを用いて、大腸菌濃度のウェーブレット係数の時間変化を表した図には、主に 7~8 日周期バンドと、17~21 日周期バンドの特徴的な 2 バンドが存在し、それぞれをバンド A とバンド B とした。大腸菌濃度を予測するためには、説明変数にもこれと同様のバンドが存在し、変化の構造が大腸菌濃度と類似している必要がある。濁度、雲量、露点のウェーブレット変換には、バンド A が存在したため、これらの 3 変数は大腸菌濃度予測の最適な説明変数として選定された。ウェーブレット変換でバンド A と B がともに存在する波高や、バンド B が存在する陸上の風速は、最適な説明変数であるように考えられたが、位相差を比較したところ、大腸菌濃度との位相差が存在した。これは、ウェーブレット変換の結果に誤差が生じていることを意味している。したがって、この 2 変数（波高、陸上の風速）は大腸菌濃度の説明変数としては不適當であると判断した。

(2) オゾン処理による下水処理水中の大腸菌群および大腸菌ファージの不活化

上條 絵美子, 原本 英司, 片山 浩之, 小熊 久美子, 味埜 俊, 大垣 眞一郎
用水と廃水 47, 1047-1051 (2005).

レビュー: 小林 拓未

現在, 下水処理場の放流水に対する微生物基準として大腸菌群が規定されており, 塩素消毒後に放流されている。しかしながら, 塩素消毒による塩素臭発生やトリハロメタン生成などの問題がある。さらに, 塩素耐性を有する微生物が発見されており, 処理法の検討が必要となっている。また, 現行の下水処理工程ではウイルスに対して十分な除去と不活化が行われていないため, 水環境がウイルスに汚染されている可能性がある。オゾン処理はウイルスの核酸に損傷を与えるウイルス不活化手法として有効であると考えられている。しかしながら, 下水処理水中のウイルスに対する不活化効果についてはほとんど知られていない。そこで本研究では, 下水処理水中の大腸菌群, および, 測定が容易であるという点からウイルスの代替指標として有望視されている F 特異大腸菌ファージ Q β (以下, Q β) を用いたオゾン処理実験を下水処理場の 2 次処理水, 砂ろ過処理水, 生物膜ろ過処理水で行い, ウイルスに対する不活化効果を検討した。

オゾン (酸素原料: 約 0.65g/h) を連続的に吹き込み, 経時的に少量の試料を容器底部から採取した。また, 曝気時間は最大で 10 分間とした。すべての試料において, オゾンの曝気を行うことで大腸菌群および Q β の生残濃度に低下がみられた。また, オゾンが非検出あるいは非常に低濃度の曝気初期区間においても, 微生物の不活化が生じていた。微生物濃度が直線的に低下している曝気初期区間において, 不活化を評価する指標である不活化速度定数は, 2 次処理水, 砂ろ過処理水, 生物膜ろ過処理水のすべての試料のうち, 生物膜ろ過処理水での大腸菌群と Q β で, それぞれ 14.0 ± 2.98 (1/min) と 4.64 ± 3.72 (1/min) となり, ともにやや高い傾向はみられたものの, 3 つの処理水間では有意な差はみられなかった。一方, 大腸菌群と Q β の不活化速度定数を比較してみると, すべての処理水において Q β のほうが大きい値を示した。Q β の不活化量を時間で整理した場合, 時間の経過とともに増加した。また, 残存オゾンの検出に注目して整理した場合, 0.10mg/l 以上の残存オゾンが検出された時点における, 各試料の不活化量の平均は $6.14 \log_{10}$ となり, 安定して高い不活化が行われていることがわかった。

第 83 回雑誌会

(Aug 28, 2009)

(1) 河川の粒状有機物動態と底生動物の群集構造に及ぼす下水処理水の影響

細見 暁彦, 春日 郁郎, 古米 弘明, 吉村 千洋, 中島 典之, 加賀谷 隆, 栗栖 太
水環境学会誌 32, 375-381 (2009).

レビュー: 神田 直樹

1997年に河川法が改正され、河川環境を考慮した河川管理が求められている。水質管理の観点からみると、かつての水質汚濁は著しく改善されている。しかしながら、日本の都市河川の多くは依然として都市活動の影響を強く受けており、平水時の河川流量に占める下水処理水の割合は高い。下水処理水が河川の水質や生物相に与える影響に関する報告例は多い。しかしながら下水処理水と水生生物との直接的な関係の解明を試みた研究例は少ない。そこで本研究では底生動物に着目し、群集構造に及ぼす下水処理水の影響を評価した。下水処理水の流入前後において、底生動物群集を含めた食物網構造、微細粒状有機物(FPOM)の動態を炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)にとって解析し、下水処理水に含まれる栄養塩や有機物が底生動物群集に取り込まれる過程を考察した。なお、FPOMは、粒径によって large (LFPOM), medium (MFPOM), very fine (VFPOM) に細分類される。

下水処理水流入後の地点では、 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度が顕著に増加していた。また、FPOMの河床面積当たりの窒素量はMFPOMが有意に減少していた。LFPOMの有機炭素含有率は有意に減少し、VFPOMを含む画分では増加した。各画分の窒素含有率も、有機炭素含有率と同様の傾向を示した。次に、摂食機能群別のバイオマス(乾燥重量)を測定した。下水処理水の流入によって、ろ過食者のバイオマスが減少し、捕食者や採集食者のバイオマスが増加するなど、特定の底生動物群集に異なる影響を及ぼすことが示された。下水処理水流入前後において、FPOMの $\delta^{13}\text{C}$ はほとんど変化していなかったが、 $\delta^{15}\text{N}$ は流入後に顕著に増加していた。放流水中の懸濁物や下水処理水流入後の地点における河床付着生物膜の $\delta^{15}\text{N}$ が高いことから、これらがFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ の上昇に寄与していることが推察された。また、FPOMを主な餌とする採集食者やろ過食者の $\delta^{15}\text{N}$ が約10%上昇していた。このことから、下水処理水由来の窒素が、放流水中の懸濁物や付着藻類を含む河床付着生物膜などを通して、採集食者やろ過食者などの消費者にまで到達している可能性が示された。

(2) マイクロスケール藻類生長阻害試験を用いた銅の毒性に対する溶存有機物質に含まれる抑制成分の探索

倉光 英樹, 佐澤 和人, 七山 泰昭, 工藤 千春, 川上 孝教, 波多 宣子, 田口 茂
水環境学会誌 32, 309-314 (2009).

レビュー: 黒沢津 翔

溶存有機物質(DOM)は、水域内部で生産された各種生物などの自生性の有機物、落葉または排水などに含まれる他生性の有機物質を起源とする化合物である。その主要な構成物は、腐食物質(HS)であることが多い。腐植物質を含むDOMは、重金属や疎水性有機化学物質と錯形成や吸着・分配といった相互関係を有しており、環境汚染物質に影響を及ぼす物質的な因子と考えられている。その化学物質の毒性を評価する方法として、藻類生長阻害(AGI)試験がある。しかし、既存のAGI試験では、DOMや腐植物質の共存によって引き起こされる毒性変化の評価が困難である。これは、試験培地の深さや容量を減少させることで改善されることがわかっているため、マイクロプレートを試験容器として利用することが有効とされている。本研究では、藻類である *Chlamydomonas reinhardtii* の生長阻害の程度を、96穴のマイクロプレートを利用したAGI(μ AGI)試験と三角フラスコを試験容器としたAGI試験とで比較し、 μ AGI試験が腐植物質などを共存する条件において、化学物質の毒性評価に適用可能であるかを検証した。また、藻類に対する重金属イオンの毒性に影響を及ぼすDOMに含まれる成分を、 μ AGI試験によって検索した。

μ AGI試験は、三角フラスコを使ったAGI試験と比較して、同程度の値が求められた。さらに三角フラスコでは顕著に見られるフミン酸(HA)による生長阻害が、マイクロプレートでは、培地の深さや容量を減少したことで大きく緩和された。したがって、96穴マイクロプレートを用いた μ AGI試験は、環境汚染物質と腐植物質の共存によって発生する毒性の発現抑制効果の評価に有効であることがわかった。水試料の中から抽出・分離した溶存有機炭素(DOC)とそれらから分離した溶存腐植物質(DHS)を共存させた条件では、銅(II)毒性変化は、DHSが銅(II)の毒性の発現を抑制する物質的因子として作用していることが明らかになった。また、DHSの中のHAによってさらに強く抑制する傾向が見られた。

(3) 河川の粒状有機物動態と底生動物の群集構造に及ぼす下水処理水の影響

細見 暁彦, 春日 郁郎, 古米 弘明, 吉村 千洋, 中島 典之, 加賀谷 隆, 栗栖 太
水環境学会誌 32, 375-381 (2009).

レビュー：神田 直樹

1997年に河川法が改正され、河川環境を考慮した河川管理が求められている。水質管理の観点からみると、かつての水質汚濁は著しく改善されている。しかしながら、日本の都市河川の多くは依然として都市活動の影響を強く受けており、平水時の河川流量に占める下水処理水の割合は高い。下水処理水が河川の水質や生物相に与える影響に関する報告例は多い。しかしながら下水処理水と水生生物との直接的な関係の解明を試みた研究例は少ない。そこで本研究では底生動物に着目し、群集構造に及ぼす下水処理水の影響を評価した。下水処理水の流入前後において、底生動物群集を含めた食物網構造、微細粒状有機物(FPOM)の動態を炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)にとって解析し、下水処理水に含まれる栄養塩や有機物が底生動物群集に取り込まれる過程を考察した。なお、FPOMは、粒径によってlarge (LFPOM), medium (MFPOM), very fine (VFPOM)に細分類される。

下水処理水流入後の地点では、 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度が顕著に増加していた。また、FPOMの河床面積当たりの窒素量はMFPOMが有意に減少していた。LFPOMの有機炭素含有率は有意に減少し、VFPOMを含む画分では増加した。各画分の窒素含有率も、有機炭素含有率と同様の傾向を示した。次に、摂食機能群別のバイオマス(乾燥重量)を測定した。下水処理水の流入によって、ろ過食者のバイオマスが減少し、捕食者や採集食者のバイオマスが増加するなど、特定の底生動物群集に異なる影響を及ぼすことが示された。下水処理水流入前後において、FPOMの $\delta^{13}\text{C}$ はほとんど変化していなかったが、 $\delta^{15}\text{N}$ は流入後に顕著に増加していた。放流水中の懸濁物や下水処理水流入後の地点における河床付着生物膜の $\delta^{15}\text{N}$ が高いことから、これらがFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ の上昇に寄与していることが推察された。また、FPOMを主な餌とする採集食者やろ過食者の $\delta^{15}\text{N}$ が約10%上昇していた。このことから、下水処理水由来の窒素が、放流水中の懸濁物や付着藻類を含む河床付着生物膜などを通して、採集食者やろ過食者などの消費者にまで到達している可能性が示された。

第 84 回雑誌会

(Sep 11, 2009)

(1) Sulfide-induced nitrate reduction in the sludge of an anaerobic digester of a zero-discharge recirculating mariculture system

Sher, Y., Schneider, K., Schwermer, C. U. and Rijn, J. V.

Water Research 42, 4386-4392 (2008).

Reviewed by Y.Sagisu

排出ゼロの循環式養殖システムにおける嫌気性消化槽は、重要な構成要素の1つである。消化槽では、有機物の無機化や窒素化合物の窒素ガスへの変換を行う。豊富な硝酸塩を含む消化槽において、微生物は主に硝酸塩呼吸を行い脱窒反応を起こす。しかしながら、消化槽では硫酸塩呼吸も同時に行われており、流出水中の硫化物濃度を高める可能性がある。嫌気性スラッジ中での硫黄化合物の硫酸還元や脱硫による多量の硫化物生成は、システムの働きを阻害する可能性がある。また、硫化物は数 μM の濃度でも魚に対する高い毒性を有する。その一方で、硫化物は独立栄養脱窒によって硝酸塩還元を促進させる。したがって、システムの便益として利用することが可能である。本研究では、無機窒素と硫黄化合物の深さ方向の分析および、嫌気性消化槽中から採集されたスラッジを用いて異なる硫化物濃度に調整した試料中の硝酸塩還元への影響を調べた。

消化槽の深さ方向の分析をした結果、水層中では硝酸塩濃度は $2500 \pm 11.79 \mu\text{M}$ と高く、硫化物とアンモニアの濃度は $25 \pm 1.4 \mu\text{M}$ と $122 \pm 1.06 \mu\text{M}$ と低い値を示した。また、水面から底面に向かった濃度変化を見たとき、水-スラッジ界面において硝酸塩濃度の激減および硫化物とアンモニアの濃度の増加が確認された。硝酸塩還元速度は、界面領域において最も大きく $8.05 \pm 0.57 \mu\text{mol NO}_3^-/\text{h/g}(\text{sludge})$ を示した。硫化物の添加は、硝酸塩還元速度を増加させており、嫌気性消化槽中の独立栄養脱窒の重要な役割を示した。アンモニアへの異化型硝酸塩還元(DNRA)速度は、スラッジを高い硫化物濃度 ($2050 \mu\text{M}$) で培養した試料にのみ、有意な値 ($1.17 \pm 0.13 \mu\text{mol TAN/h/g}(\text{sludge})$) を示した。スラッジ試料への硫化物添加の結果として、硝酸塩還元速度が増加した。しかしながら、硫化物の初期濃度の違いによる硝酸塩還元速度の変化は観察されなかった。硫化物の酸化速度は、Michaelis-Menten の酵素反応速度論に従った。硫化物の完全酸化と部分酸化の反応による化学量論式が、各初期濃度の硫化物で培養したときのスラッジ中の硝酸塩還元と硫化物酸化の様子を説明した。

(2) 下水処理場における病原ウイルスの低減効果の解明

原本 栄司, 片山 浩之, 大垣 眞一郎

水環境学会誌 32, 315-320 (2009).

レビュー: 小林 拓未

下水処理場は水系感染性の病原ウイルスが集積されるため、ウイルスの排出量を低減する上で重要な役割を果たしている。国内において、下水処理場でノロウイルスのモニタリング調査は実施されているが、ノロウイルス以外のモニタリング調査やウイルスの下水処理場での低減効果に関する知見は少ない。また、下水処理水に高度処理を施した再生水の利用が広まっているが、どの程度ウイルスが存在しているかは不明である。そこで本研究は、国内の下水処理場において1年間の採水調査を実施し、下水試料中の複数種のウイルスの存在実態および下水処理工程での低減効果を明らかにすることを目的とした。検出対象はノロウイルス (G1, G2), エンテロウイルス, アデノウイルスを選定した。また、指標微生物として、大腸菌群, 大腸菌, F 特異大腸菌ファージを測定し、存在実態や低減効果を比較した。

ポリオウイルスを用いて1次および2次濃縮法による下水試料からのウイルス回収率を検討した。1次濃縮によるポリオウイルスの平均回収率は、流入水 3.8%, 2次処理水 32.5%, 放流水 52.5%, 再生水 70.5%であった。2次濃縮による平均回収率は 84.2%であった。これらの回収率の値を補正することによって、下水試料中のウイルス濃度の正確な定量が可能となった。検出対象ウイルスは、流入水から高濃度 (11~91000PCR units/ml) で検出され、2次処理水, 放流水からも高い陽性率で検出された。通常の下水処理工程におけるウイルス除去率 (年間平均 2.4~3.6log) は、指標微生物除去率 (年間平均 2.8~3.5log) と同程度であった。このことから、ウイルスは物理・生物処理によって除去されていることがわかった。また、高度処理工程におけるウイルスの年間平均除去率は 1.6~2.0log であった。再生水からの陽性率は、ノロウイルス 42%(G1), 25%(G2), エンテロウイルス 0%, アデノウイルス 83%であった。特定のウイルスを除いて、高度処理工程でウイルスを大幅に低減できるという可能性が期待できる。

わえ

(3) Direct comparison of four bacterial source tracking methods and use of composite data sets

Casares, E. A., Pillai, S. D., Mott, J. B., Vargas, M., Dean, K. E. and Di Giovanni, G. D.
Journal of Applied Microbiology, 103, 350-364 (2007).

Reviewed by A. Hiramatsu

細菌源追跡は水資源の管理手段として有効な可能性を有している。細菌源追跡にはさまざまな方法があるが、実際に用いられている方法は統一されていない。riboprinting (RP), enterobacterial repetitive intergenic consensus sequence polymerase chain reaction (ERIC-PCR), pulsed-field gel electrophoresis (PFGE)法は適した手法であることが明らかになってきた。さらに Kirby-Bauer disc diffusion method of antibiotic resistance analysis (KB-ARA)法も有効である可能性を持っている。そこで本研究では、これら4種類の方法とこれらを組み合わせた方法の同定性能を比較した。さらに、ふん便汚染源の同定のために作成したデータセットを評価した。

汚染源サンプルを ERIC-PCR を用いて検査し、資料のために 745 の汚染源サンプルから 883 の分離株を選択した。さらに、RP, PFGE, KB-ARA による分析を行い資料を作成した。そして、4種類それぞれの細菌源追跡法と4種類の細菌源追跡法の複合データセットの明確さ、精度、汚染源特定の精度を比較した。その結果、明確さ、精度および汚染源特定の精度は、ERIC-PCR と RP そして PFGE 法ではそれぞれ 100%, 70-90%, 70-90%, 判別分析を用いた KB-ARA では 40%, 50%, 50%であった。これらに対して、4種類の細菌源追跡法の複合データセットでは、明確さ、精度および汚染源特定の精度は、100%, 100%, 100%を示し、どの単一の方法よりも良く機能した。また、412の水サンプルから555の分離株を用いて、それぞれの細菌源追跡法と4種類の方法の複合データセットの正分類率(RCCs)も測定した。PFGEは7分割した汚染源のそれぞれで最も高いRCCs値を示したが、約半分の割合で同定できなかった。それに対して、複合データセットのRCCs値はPFGEの次に高い値を示し、未確認であった分離株も平均10%であり、どの単一法より良い値を示した。以上のことから、4種類の細菌源追跡複合データセットは今回の4種類のどの単一の方法よりも有益な可能性がある。

第 85 回雑誌会

(Sep 18, 2009)

(1) Environment Arrays: A Possible Approach for Predicting Change in Waterborne Bacterial Disease Potential

Heinemann, J. A., Rosen, H.

Environmental Science and Technology, 40, 7150-7156 (2006).

Reviewed by H. Kawabata

病気の発症を防止するためには、病原体が公衆衛生にとって危険なレベルまでに増殖する前に、その存在を素早く検出し、早期警戒をすることが重要である。しかしながら、水中の細菌を同定するための既存の微生物学的手法は、あらかじめその病原体についての知見がない場合、検出が遅れ、手遅れとなる可能性がある。この代替方法として、ゲノム学に基づく、水中の病原菌の検出に優れた危険予測方法である毒性因子活性相関法 (VFAR) も考案されたが、細菌は、同じ細菌種の異なる分離株のゲノム間において約 20% の変化が起こるという報告もあり、性質が変わってしまう可能性も十分あるため、病原菌の存在を正確に予測するのは難しいという問題点がある。そこで本研究では、VFAR を補完した移動性ゲノムの動きに基づく方法を考案した。

移動性ゲノムは遺伝子水平伝播によって再生されるが、その際に毒性の遺伝子の組み合わせをしばしば生み出す。そこで、この方法では環境アレイという新装置を用い、環境中の移動性ゲノムのスナップ写真を見て、時間的、空間的変化の特徴を図に示し、予期しない変化 (新しい遺伝子の発生を意味する) の有無を確認した。予期しない変化が確認され次第、環境の変化を早期警告できる。この方法は、DNA の特定塩基配列の存在ではなく、移動性ゲノムの動きを監視するため、検出に各毒性遺伝子の塩基配列などの知識を必要としないという利点がある。また、移動性ゲノムプライマーの共通配列は、異なる細菌種の間でも類似しているため、少数のプライマーでも多くの異なる細菌種からの遺伝子を増幅できるという利点もある。移動性ゲノムは化学物質汚染や病原菌の大増殖に関係する新しい環境に対応することが分かっている。本研究で用いた方法は未確認、あるいは予想していない微生物汚染および化学物質汚染の検出に広く応用できる可能性がある。

(2) Point-of-use drinking water devices for assessing microbial contamination in finished water and distribution systems

Miles, S. L., Gerba, C. P., Pepper, I. L. and Reynolds, K. A.

Environmental Science & Technology, 43, pp.1425-1429 (2009)

Reviewed by T. Suzuki

現在アメリカでは、居住人口の 93.9%が公共水道を利用している。1908 年に、浄水場で塩素消毒を導入したことにより、病原性微生物による水系感染は著しく減少した。しかしながら、配水管の破損などによる微生物汚染の可能性は残されており、2003 年から 2004 年には、水道水からの水系感染症が 36 件報告されている。このことから、水道水水質の新たなモニタリング法の開発が求められている。一方で、ショッピングモールなどに設置されている水の自動販売機は、水道水のろ過(孔径 30 μ m, 5 μ m およびソリッドブロックカーボン(SBC)膜を連結したろ過)を行って販売している。そこで本研究では、水道水中の微生物モニタリング法の開発を目的とし、自動販売機のろ過膜を用いた水質調査を行った。まず、大腸菌とバクテリオファージ MS-2 を用いて、使用点ろ過に用いる各ろ過膜の回収率を比較した。次に、アリゾナ州南部に設置されている 48 台の自動販売機において使用されたろ過膜を用いて、全大腸菌群、大腸菌、腸球菌、クリプトスポリジウム、エンテロウイルスおよびノロウイルスの存在について調査した。

SBC 膜は、大腸菌を 27%、MS-2 を 5%回収し、孔径 30 μ m や 5 μ m の膜よりも高濃度の微生物を安定して回収できた。そこで、48 台の自動販売機から SBC 膜を取り出し、微生物の分析を行った結果、全大腸菌群は 27.1%、大腸菌は 10.4%、腸球菌は 39.6%、エンテロウイルスは 6.3%でそれぞれ検出された。また、クリプトスポリジウムとノロウイルスについては、全ての SBC 膜で検出されなかった。自動販売機のろ過は、多量の水道水中に低濃度で存在する病原性微生物を除去し、さらに検出を可能とすることがわかった。すなわち、このモニタリング方法は病原性微生物汚染の危険性を評価するのに有効であることがわかった。

(3)英虞湾内自然干潟および浚渫土を用いた人工干潟における酸素消費速度と総基礎生産速度の定量的観測の連続観測

国分 秀樹, 矢持 進

水環境学会誌, 32, 259-266 (2009).

レビュー: 篠原 大介

干潟に生息する底生微細藻類は、光合成による酸素供給や海水中の栄養塩の吸着、底性動物群集への給仕機能など物質循環において重要である。しかしながら、近年では英虞湾の干潟は開発により減少化が進み、有機物の分解をはじめ物質循環を妨げる結果となった。そこで、有機物を豊富に含む浚渫土を英虞湾の前浜干潟に混合することにより、底質の栄養レベルを生態系に適正な値にコントロールし、生物の生産性を向上可能とした人工干潟が造成された。本研究では、人工干潟の底生動物量増加のメカニズムを評価するため、英虞湾内の自然干潟と人工干潟において酸素消費速度と総基礎生産速度を定量的に把握し、比較検討することで、浚渫土を用いた人工干潟の物質循環機能の特性について整理する。

調査対象は英虞湾内の前浜干潟に造成した人工干潟、自然干潟は河口干潟、前浜干潟、また耕作が放棄され荒れ地や湿地となった土地を未利用水域として調査を行った。酸素消費速度は、干潟堆積物の有機物含有量が最も低い前浜干潟で $1.80 - 51.3 \text{mgO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 、含有量が最も高い未利用水域で $70.4 - 314 \text{mgO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ であった。干潟堆積物の有機物含有量とクロロフィル量が低い前浜干潟に浚渫土を混合することによりクロロフィル a 量が平均で $9.5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{wet}$ から $18.6 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{wet}$ に増加し、それと同様にマクロベントスが平均で $24.0 \text{g} \cdot 0.2 \text{m}^{-2}$ から $109 \text{g} \cdot 0.2 \text{m}^{-2}$ に増加した。それにより全酸素消費速度が最大値で $51.3 \text{mgO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ から $163 \text{mgO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ へと増加した。また、1日当たりの総生産量は $1.06 \text{gO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ から $1.90 \text{gO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ に増加した。この結果から、人工干潟は浚渫土に含まれる有機物が好氣的条件で分解が促進され、それにより生成された栄養塩が底生微細藻類の一次生産に利用されることでマクロベントスの増加に繋がり、豊富な生物相の形成を可能とする事が証明された。

第 86 回雑誌会

(October 2, 2009)

(1) Source tracking fecal bacteria in water: a critical review of current methods

Meays, C. L., Broersma, K., Nordin, R. and Mazumder, A.

Journal of Environmental Management, 73, 71-79 (2004)

Reviewed by T. Furukawa

水はすべての生活の中心にあり、安全な飲料水を供給することは極めて重要である。しかしながら、近年、クリプトスポリジウム、ジアルジア、および病原性大腸菌等による飲料水の汚染が依然と比較して頻発しており、水質に関する関心が高まってきている。このような問題は、水源がふん便による汚染に起因しており、公衆衛生や水質管理・改善のためには、病原性細菌の環境動態や汚染源の追跡・特定が非常に重要である。現在、大腸菌や腸球菌をふん便指標細菌として遺伝子学的手法や生化学的手法の開発が積極的に推進されているが、標準法として確立された手法はない。本報告では、流域調査に用いられているさまざまな手法 (Ribotyping, PFGE, DGGE, Rep-PCR, Host-specific 16S rDNA, ARA) について利点と欠点を明らかにし、各種法について評価した。

いずれの手法においても、分析の簡便さ、コスト、分析技術、および所要時間等に利点と欠点が存在し、現段階ではどの手法が汚染源追跡手法として適しているかを評価することは困難である。したがって、これからは各種法について比較し、調査対象流域に適応した手法を選択する必要がある。特に、すべての手法の分析における結果の不一致は、分析者に依存する傾向を示すことから、標準法として確立させるためには最適な分析と統計プロトコルを検討する必要がある。

(2) 河川水を利用した都市公園における緑膿菌分布

佐々木 琢, 原田 宏, 滝田 聖親

陸水学雑誌 63, 215-219 (2002).

レビュー: 梶井 翔太

近年の人口の過密化は、各河川の周辺地域に市街化をもたらす一方、生活雑排水の流入による河川の汚染の原因となってきた。また、治水目的として、多くの都市河川において水路の人工化などの改修が行われている。このような都市環境では、人と水環境との接点を提供するため、河川などの水環境を利用した都市公園が設置されている地域がある。しかし、都市公園は地域住民の生活環境への有益な面があるが、河川水を利用した公園の一部では、微生物学的検査は実施されていない。特に、大腸菌群以外の病原性が疑われる細菌の分布に関する日本国内での実態調査は、ほとんど行われていない。また、緑膿菌は乳幼児など感染免疫能の低い人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。自然環境中にも生息する菌種であるため、水浴に伴い発生する感染症の起因菌でもある。水浴場における同菌の分布状況の把握は、環境衛生学的見地から必要と思われる。本研究の目的は、都市付近に位置する河川水を利用した公園、ならびに河川の水浴利用地点(7か所)における夏期の緑膿菌分布を調査した。

すべての調査施設および地点から、緑膿菌が検出された。緑膿菌数は、ピアソンの相関係数によって、一般細菌数($r=0.788$)、大腸菌群数($r=0.802$)との間に正の相関を示した。さらに、市街地を流下する河川を利用した2箇所の都市公園では、河川上流と比較すると高い緑膿菌数・大腸菌群数が認められた。また、夏期に定期清掃管理が強められる前後で、各細菌数の検出が大きく異なる施設がみられた。本調査結果から、河川水を用いた遊水施設を有する各公園には、水質に関する情報の開示や病原性を有する個々の細菌の検査を含めた施設管理方策の早急な改善が必要であることを示した。また、今回は緑膿菌の分布を中心に公園内の河川水を対象として検討したが、個々の病原性細菌や薬剤耐性菌の分布について河川の全般を対象とした調査が必要である。

(3) 塩素処理した下水細菌培養液中に生成する変異原物質

伊藤 伸一, 畝本 力

環境変異原研究 21, 31-38 (1999).

レビュー：神田 直樹

水道水の塩素処理過程において、水中の有機物と塩素が反応して発ガン性が疑われているトリハロメタンを生成することが報告されて以来、水道水の安全性が大きな社会的関心を呼んでいる。これまでの研究において、トリハロメタン前駆物質として下水細菌の代謝物に着目して研究を行い、下水細菌が水中の有機物を栄養源としてトリハロメタン生成能の極めて高いアセト酢酸を生成することを報告した。一方、有機物を塩素処理した場合、トリハロメタンのような揮発性物質ばかりでなく難揮発性物質も生成され、その中にも有害性の高い物質、例えば変異原物質等が存在すると指摘されている。欧米では、水道水中の主要な変異原物質として $C_3H_3Cl_3O_3$ (Mutagenicity X) が同定されている。日本においても Mutagenicity X が水道水中に検出されている。しかしながら、Mutagenicity X だけでは全変異原活性を説明できず、Mutagenicity X 以外の物質の存在が示唆されている。

本研究では、下水細菌培養液の塩素処理液中の変異原物質の有無を確認し、変異原物質が存在する場合、変異原性を示す原因物質の検討を行った。下水細菌培養液の塩素処理したところ、処理液中に化学物質が直接的に塩基を入れ替える作用を示す変異原物質の存在が認められた。この変異原物質は、下水細菌の細胞内物質が塩素処理されることによって生成される。また、処理液中から変異原物質が分離する際、エチルアセテートによって特異的に溶出されやすいという特徴があると考えられる。一般に、塩素処理を行うと塩素の酸化作用によって、水中の有機物からアルデヒド類が生成されることが知られている。そこで、変異原物質としてアルデヒド類に着目し検討したところ、処理液中に高い変異原性を示すことで知られているアルデヒド類の物質であるグリオキサール、メチルグリオキサールの存在が認められた。しかしながら、生成量から推定される寄与率は 0.1% 以下と極めて低く、他の変異原物質の関与が強く示唆された。以上のように、毒性のない下水細菌の一部の細胞内物質が、塩素処理されることにより遺伝毒性を持った物質に変化することがわかった。

第 87 回雑誌会

(Oct 9, 2009)

(1) Effects of white shrimp, *Litopenacus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system

Muangkeow, B., Ikejima, K., Powtongsook, S. and Yi, Y.

Aquaculture 269, 363-376 (2007).

Reviewed by Y.Sagisu

エビの集約型養殖は、タイで広く実施されているが、集約型養殖を実施することで高濃度の窒素やリンの排水が生じてしまう。そのため、養殖システムからの有機物や窒素の排出を減少させるための研究がこれまで行われてきた。複合閉鎖循環式システムは、集約型エビ養殖において養殖システムからの排水とエビの病気のリスクを最小限とどめる方法の一つである。本研究では、シロエビとナイルティラピアの複合閉鎖循環式システムにおける成長、栄養塩変換および経済収益へのシロエビとナイルティラピアの飼育密度の違いによる影響について調べた。

実験は、屋外のシステムを用いて6つの異なる処理条件(T1~T6)で行った。それぞれの処理条件は、T1:エビ水槽だけのシステム、T2~T6:複合閉鎖循環式システムでティラピア/エビの飼育密度の割合を、それぞれ0, 0.01, 0.025, 0.05, 0.075とした。全ての処理においてエビは、40尾/m²の密度で飼育した。エビへの給餌は、市販のペレットを使用した。ティラピアには、給餌をしなかった。飼育期間は、エビが8週間、ティラピアがエビの飼育開始1週間後から7週間であった。T2におけるエビの成長率と純利益は、それぞれ0.278g/dayと404THB(タイバーツ)と全処理中で最も高い値を示した。この値は、T5およびT6と比較して有意に高かった(P<0.05)ものの、T1やT3, T4との有意差は見られなかった。T3でのティラピアの成長率は、他の処理と比較して有意に高かった(P<0.05)。全生体内(エビ+ティラピア)への窒素変換率は、T2が最も高く47.6%、T6は最も低く38.5%を示した。全生体内へのリン変換率は、T1およびT2よりT3~T6にかけて有意に高く(P<0.05)、ティラピアの飼育がリン変換率を高める結果になった。しかしながら、窒素変換率とエビの成長率は、ティラピアの飼育密度の増加により減少する。複合養殖システム中の低い密度(T3とT4)でのティラピアの飼育は、エビの成長の抑制を伴わずに栄養塩変換率を高めるのに効果的であった。

(2) Impact of bathers on levels of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts in recreational beach waters

Sunderland, D., Graczyk, T. K., Tamang, L., Breysse, P. N.

Journal of Applied Microbiology, 103, 350-364 (2007).

Reviewed by A. Hiramatsu

米国環境保護庁によると、毎年アメリカの人口の約 30%が娯楽やフィットネスなどのために沿岸地域を訪れている。しかしながら、これらの水域にはさまざまなウイルス、細菌、および原生動物の病原菌による隠れたリスクが存在する。その中でも *Cryptosporidium parvum* (*C. parvum*) と *Giardia lamblia* (*G. lamblia*) は、人の健康へ重大な悪影響を与える腸内の原生動物であり、世界中に広く分布している。伝染する形態である *C. parvum* oocyst と *G. lamblia* cyst は、環境中に数か月～1 年の間、生存できることが示されている。1971 年に、疾病対策センターと米国環境保護庁は水系発生に関する情報を集め始め、1978 年以来レクリエーション水域を監視に含めた。毎年、レクリエーション水域で報告される発生数は上昇し続けている。そこで本研究ではレクリエーションビーチエリアの遊泳人数が水系の *C. parvum* oocysts と *G. lamblia* cysts の濃度へ影響があるかどうかを検討した。

サンプルは遊泳者が多い週末と遊泳者が少ない平日に採集し、multiplexed fluorescence in situ hybridization (FISH) 法を用いて分析した。*C. parvum* と *G. lamblia* の両方とも、濃度は平日より週末のほうが著しく高かった ($P < 0.01$)。平日での *C. parvum* の最高濃度は 7 oocyst/L、平均濃度 1.5 oocysts/L であり、*G. lamblia* の最高濃度は 4 cysts/L、平均濃度 0.6 cyst/L であった。それに対して、週末の *C. parvum* の濃度は、2～42 oocysts/L の範囲で、平均濃度 13.7 oocyst/L であり、*G. lamblia* の濃度は、0～33 cysts/L の範囲で、9.1 cyst/L の平均濃度であった。さらに、水の平均濁度は平日 (40 Formazin Attenuation Unit (FAU)) より週末 (54 FAU) のほうが高く、遊泳者の結果も同様に週末のほうが高く統計的に有意であった ($P < 0.05$)。したがって、遊泳者数と *C. parvum* oocysts 濃度と *G. lamblia* cysts 濃度の両方に対して、統計的に有意に関係していることが示された (oocysts と遊泳者数: $P < 0.04$, cysts と遊泳者数: $P < 0.02$)。遊泳者数が最も多いときに *C. parvum* や *G. lamblia* に関するレクリエーション水域の調査を行うことは重要なことである。

(3) Norovirus removal and particle association in a waste stabilization pond

Da Silva, A. K., Le Guyader, F. S., Le Saux, J., Pommepey, M., Montgomery, M. A. and Elimelech, M.

Environmental Science & Technology, 42, 9151-9157 (2008)

Reviewed by T. Suzuki

ノロウイルスは流行性胃腸炎の主な原因として知られている。ノロウイルスが混在した水を環境中に排出することは、下流域におけるレクリエーションエリア、飲み水およびカキなどの養殖場への水利用に直接影響を及ぼす危険性がある。ウイルスの生存力は、温度、太陽放射、酵素による破壊、あるいは細菌や原虫による捕食などの様々な要因に影響する。ノロウイルスが、廃水処理中のどの過程で最も除去されているかを知ることは、ノロウイルスの除去メカニズムを理解する上で極めて重要である。廃水安定化池による廃水処理法は、発展途上国で広く使われており、廃水を三つの池に連続的に通水し、沈降作用によって浄化した後に放流する方法である。本研究では、各池の処理水のノロウイルスをそれぞれ経時的に定量し、どの廃水安定化池でノロウイルスが最も除去されるかを検討した。さらに、流入水と最終処理水をそれぞれ三種類の膜(孔径 180 μm , 0.45 μm , 0.45 μm (陽電荷膜))で段階的にろ過し、回収される粒子のサイズとウイルスとの関連性について検討した。ノロウイルスについては、G I型と G II型をそれぞれリアルタイム RT-PCR 法によって定量した。

廃水安定化池において、第一池および第二池ではノロウイルスの除去はほとんど見られなかった。さらに、最終処理水のろ過サンプルについてそれぞれノロウイルスを定量したところ、孔径 0.45 μm の膜から最も多く検出され、孔径 180 μm の膜からはあまり検出されなかった。すなわち、第一池で沈降しやすい 180 μm 以上の粒子には、ノロウイルスはほとんど吸着しないことがわかった。また、第三池においてはノロウイルスの大幅な除去が見られた。その理由としては、太陽放射による死滅が主な要因と考えられる。さらに、三段階のろ過後の処理水からもノロウイルスが検出されたことから、しばしばウイルス濃縮に利用される陽電荷膜は、廃水中のウイルスを全て回収できないことがわかった。

(4) Comparison of seven protocols to identify fecal contamination sources using *Escherichia coli*

Stoeckel, D. M., Mathes, M. V., Hyer, K. E., Hagedorn, C., Kator, H., Lukasik, J., O'Brien, T. L., Fenger, T. W., Samadpour, M., Strickler, K. M. and Wiggins, B. A.

Environmental Science & Technology, 38, 6109-6117 (2004)

Reviewed by T. Furukawa

今日の水環境において、積極的に研究が推進されているふん便汚染源追跡 (Microbial Source Tracking : MST) は、さまざまな水質管理における必要がある。その中でも特に、水環境におけるふん便性微生物の負荷の低減や動物起源のふん便汚染の検出について、重要な情報を提供する。Clarke Country において抗生物質感受性試験による MST を実施した結果、動物起源のふん便汚染が発覚した。この結果を元に、国と地方自治体が改善計画を実施し、Clarke Country の河川におけるふん便汚染は改善されたという一例がある。

本研究では、表現型手法 (Antibiotic Resistance Analysis : ARA, Carbon Utilization Profiling : CUP) と遺伝子型手法 (Ribotyping (*Hind* III, *Eco* RI), Pulsed-Field Gel Electrophoresis : PFGE, BOX-PCR, REP-PCR) の 7 手法について、*Escherichia Coli* を指標細菌として利用し、再現性、正確性、および安定性について比較・評価した。再現性試験において、PFGE のみ 100% の再現性を示した。次いで、RT-*Eco* RI, BOX-PCR, および REP-PCR が 48~62% と、高い数値を示した。正確性試験では、RT-*Eco* RI のみ 100% に近い正分類率を示したものの、わずか 6% しか分類することができず、94% は未知起源として処理された。安定性試験では、全 7 手法の中で RT-*Eco* RI, PFGE, および REP-PCR が高い安定性があると評価された。再現性、正確性、および安定性を評価した各試験の結果を総合すると、各種法の現状では、水環境に適用させ MST を遂行するには不十分な結果であった。

第 88 回雑誌会

(October 23, 2009)

(1) ウイルスのアルミニウム系凝集剤への不可逆的吸着

松下 拓, 小塚 信幸, 中務 誠, 角田 裕樹, 松井 佳彦

環境工学研究論文集 42, 463-468 (2005).

レビュー: 小林 拓未

金属塩凝集剤添加による凝集処理は、自重沈降できない粒子やコロイドの除去に広く用いられている。ウイルスもこれらの微小粒子に含まれ、凝集処理による除去が期待されている。著者らは、アルミニウム系凝集剤の添加により生成されるアルミニウムフロック中にウイルスが捕捉されウイルス濃度は低下したが、フロックを溶解してもウイルス濃度は凝集処理前の濃度まで回復しなかったと報告をしている。著者らが使用したウイルスの定量法であるブラック形成法(PFU法)はウイルス粒子の凝集塊が1つのブラックを形成する場合があります、実際のウイルス数に対して測定値が小さくなる可能性が示唆されている。そこで本研究では、凝集剤によるウイルス濃度の低下が凝集塊形成によるものか否かを判断することを目的とし、バッチ式の凝集処理実験を行った。また、凝集剤添加によるウイルス濃度の低下に及ぼす無機塩類の影響についても調べた。ウイルスは大腸菌ファージ Q β を使用した。

ポリ塩化アルミニウムを添加するとウイルス濃度は減少した。高 pH 処理によりフロックを溶解し、ウイルス濃度を測定すると、全ウイルス粒子数より感染性ウイルス数の方が少なかった。この差はウイルス凝集塊の形成のみでは説明できなかった。アルミニウムポリマーがウイルスに吸着したことにより感染性が低下した可能性はあるものの、確実な証拠は得られなかった。また、ポリ塩化アルミニウムの添加によるウイルスの感染性の低下は、共存する無機イオンに影響を受けることがわかった。NaCl, MgCl, CaCl₂ の添加は、ポリ塩化アルミニウムの凝集効率を高め、それによりアルミニウム種への不可逆的吸着を促進した可能性が示された。反対に、NaHCO₃ は凝集効率を抑え、不可逆的吸着を抑制した可能性が示された。

(2) Household Water Treatment in Poor Populations: Is There Enough Evidence for Scaling up Now?

Schmidt, W., Cairncross, S.

Environmental Science and Technology, 43, 986-992 (2009).

Reviewed by H. Kawabata

ろ過や、塩素処理などを用いる家庭用水処理 (HWT) は、下痢患者数を減少させる効果があり、国連が掲げたミレニアム開発目標に貢献するための手段として、WHO や多くの団体に支持されてきた。現在、貧困地域における住民の HWT による健康利益の程度や、貧困地域での HWT の拡張を促進するかどうかについて、議論が継続中である。そこで本研究では、HWT が今拡張されるべきであるかどうかを決定するために、主な評価基準として、受容性 (住民が HWT を受け入れるかどうか)、HWT の拡張性、HWT が及ぼす逆効果、および (時間やコストの節約などの) 非健康利益に関する証拠の再検討を行った。

世界各国で、マスメディアなどを通じて HWT の宣伝を行ったところ、27~42% の家庭が塩素処理を利用したが、持続的な使用はあまり見られなかった。太陽熱消毒や凝集剤を用いた塩素処理なども持続的使用はあまり見られず、貧困地域に HWT の適用範囲を拡張するのは難しいと考えられる。HWT は使用方法を誤った場合、給水中の微生物が増加する逆効果が生じる可能性がある。また、HWT が及ぼす非健康利益もごくわずかであることが判明した。さらに、様々な HWT 介入が下痢患者数に与える影響を調査したところ、平均 30~40% の患者減少を示した。しかしながら、この調査結果には大きな変動があったため、偏りについても検討した。住民に調査の目的や内容を知らせた上で調査を行う非盲実験と、目的や内容を知らせずに行う盲実験との間に著しい差が生じた。つまり、非盲実験により出された過去の実験の測定値には偏りがあり、正確な値ではない可能性が示唆された。この他にも、HWT 関連製品の販売促進によって、商業利益を得る団体が故意に結果を操作することによって生じる偏りなども考えられる。このように、HWT を拡張するために必要な証拠が低レベルであることから、さらなる実験を行い、高レベルの証拠を取得すべきである。

(3) Monitoring of *Cryptosporidium* and *Giardia* river contamination in Paris area

Mons, C., Dumetre, A., Gosselin, S., Galliot, C., Moulin, L.

Water research, 43, 211-217 (2009).

Reviewed by A. Hiramatsu

Cryptosporidium と *Giardia* は、飲料水を介して人へ感染する腸内原生動物である。2001 年以降、フランス政府機関は、水道施設と飲料水での *Cryptosporidium* オーシストと *Giardia* シストのモニタリングを指示している。パリとその周辺（住民 400 万人）には、水を 50%以上供給するセーヌ川とマルヌ川がある。しかしながら、これらの川について大都市地域や飲料水プラント付近での *Cryptosporidium* と *Giardia* による汚染を調査していない。そこで本研究では、セーヌ川とマルヌ川における *Cryptosporidium* と *Giardia* の消長を評価すること、さらに、これらの原生動物と指標細菌との関係および季節そして雨量の影響を調査することを目的とした。

セーヌ川とその支流、マルヌ川で合計 162 のサンプルを 2005 年 1 月から 2007 年 8 月にわたって 8 地点で採取し、*Cryptosporidium*, *Giardia* そして指標細菌の検出に関して分析を行った。*Giardia* シスト（152 陽性/162 サンプル, 93.8%）が *Cryptosporidium* オーシスト（74 陽性/162 サンプル, 45.7%）よりも多く検出された。また、弱い相関関係が *Giardia* シスト濃度と腸球菌, *Giardia* シストと雨量との間に見られたが、*Cryptosporidium* では見られなかった。季節的パターンとして、春と夏と比較して秋の場合には *Cryptosporidium* の検出頻度がさらに高かった。*Giardia* の頻度は他の季節と比較して夏により低かった。セーヌ川とマルヌ川の合流点の上流から下流の *Cryptosporidium* と *Giardia* の比較した結果、主にマルヌ川が *Cryptosporidium* 汚染の一因になると考えられた。加えて、汚染された土壌や豪雨時の下水処理施設も汚染源の可能性がある。

第 89 回雑誌会

(Nov 6, 2009)

(1) 福井県内の下水流入水およびヒトから分離されたサルモネラの血清型、薬剤感受性および PFGE 解析

山崎 史子, 石畝 史, 京田 芳人, 村岡 道夫, 浅田 恒夫, 堀川 武夫

福井県衛生環境研究センター年報 5, 54-59 (2006).

レビュー: 梶井 翔太

サルモネラは、人、動物、食品、河川水、下水、および土壌などの自然界に広く分布する細菌性食中毒の代表的原因菌である。病原微生物検出情報によると、サルモネラの患者数は近年減少傾向にあるが、細菌の病因物質別患者数では依然として第 1 位を占めている。本研究の目的は、2005 年 4 月から 2007 年 3 月にわたって、福井県内で定点観測を行っている下水流入水および人から分離されたサルモネラの血清型、薬剤感受性、およびパルスフィールド・ゲル電気泳動 (PFGE) の各種性状について比較検討した。

Salmonella Enteritidis, *S.Litchfield*, および *S.Typhimurium* 等は下水における検出率が高く、県内および全国のヒトでの検出状況と共通するものであった。薬剤感受性試験では、1 剤以上に耐性を示した下水および人の由来株は、それぞれ 56%、と 71.6%であり、いずれもストレプトマイシンに対する耐性率が高かった。下水と人由来の *S.Enteritidis*, *S.Infantis* および *S.Stanley* の PFGE では、同一パターンを示した株があった。また、下水由来 *S.Typhimurium* DT104 関連 7 株と県外の人由来 3 株について薬剤感受性、プラスミドプロファイル、および PFGE を比較した結果、10 株すべてが約 90kb のプラスミドを保有しており、PFGE では 2006 年の下水由来 DT104 の 4 株は、人由来の 2 株と同一パターンであった。サルモネラ分離株の血清型の多彩化と薬剤耐性株の増加傾向が報告されており、*S.Enteritidis* 以外の血清型による食中毒事例もかなり発生している。今後も人や環境中のサルモネラの動向を把握していく必要があり、下水における定点観測は動向把握の一助となると考えられた。

(2) 小規模の河床工事ともなう瀬野川の底生動物および水質の変化と回復

保光 義文, 渡辺 晃久, 竹野 健次, 佐々木 健

環境技術 36, 214-219 (2007).

レビュー: 黒沢津 翔

河川工事は、目的や規模に応じて河川の水質汚濁や生物の多様性の減少などに影響を与える。その中でも、攪拌によってもたらされた無機汚濁や底質に含まれる有機物（ヘドロなど）による有機質汚濁が、下流域の水環境や底生動物に影響しているとされる。瀬野川支流熊野川の調査研究において、約1年間の工事期間での河床の天然ヨシ原の破壊と土砂の除去工事が行われたことによって、底生動物および水質化学組成が変動することが報告されている。生物学的指標による評価は、工事後は川の汚濁の度合を示す汚濁性生物比率 (pp), 汚濁指数 (Pi), 生物指数 (Bi) および多様性指数 (Di) は一時的に悪化した。しかしながら、約6ヵ月で工事前の状態に回復した。また、水質項目として評価した COD, T-N および $PO_4\text{-P}$ についても、工事後一時的に悪化した。約6ヵ月後には回復した。

そこで本研究では、その後行われた熊野川下流の瀬野川本流における7週間ほどの小規模の工事で、前報と同じ調査を同じ流域の異なった場所において再検討した。底生動物は、工事直後は水質階級が低いユスリカやミズミズが優先し、pp, Pi, Bi および Di が悪化した。その後2ヵ月後には改善し始め、6ヵ月後には元の状況まで回復した。水質項目は、底生動物の挙動と同様に、工事直後には COD, T-N および $PO_4\text{-P}$ のいずれの濃度も上昇したが、6ヵ月後には元の濃度まで戻る結果となった。以上から、同じ流域の異なった場所における小規模の河川工事では、大規模の工事と同様の結果となり、生物学的評価、水質項目ともに6ヵ月後には元の環境まで回復した。

(3) 溪流河川水質への森林機能の影響

永淵 修, 柿本 大典, 海老瀬 潜一, 浮田 正夫

陸水学雑誌, 63, 11-19 (2002).

レビュー: 篠原 大介

現在, EU 北部やアメリカ東北部では, 酸性雨による河川, 湖沼の酸性化が問題となっている。一方これに対して日本においては酸性雨による水環境の酸性化に関する報告は少ない。しかしながら, 今後は中国大陸からの酸性物質による陸水への影響が懸念される。そこで, 酸性降水物による水質影響を検討するために屋久島で溪流河川の水質モニタリングを行った。

溪流河川調査を9ヶ所, 降水を3ヶ所で採取した。分析の結果, 冬季には pH が 4.2 と低い値を示し, SO_4^{2-} は 13.3mgL^{-1} と高濃度を示した。ところが夏期は pH が高く SO_4^{2-} が低濃度といった逆の結果が得られたことから, 降水の pH と SO_4^{2-} は季節によって変動しているといえる。また, 流跡線解析の結果から, 酸性物質は中国大陸から長距離移流によって屋久島に運ばれていることが示唆された。溪流河川水の調査において源流部は pH, EC, アニオンおよびカチオンが降雨に近い値となることから, 降水が土壌にあまり浸透せずにそのまま流出していることが考えられた。屋久島西部のイオン濃度は, ほかの地点よりも高濃度を示したことから, 各調査地点の類似度を Distance Index により評価をした。その結果, 屋久島西部の水質形成には, 流域を覆う照葉樹林による酸性物質の濃縮が関与していると推測された。屋久島は酸に対する緩衝能は低いことも踏まえると, 酸性物質が飛躍的に増加した場合には, 屋久島の陸水環境が変化することが予測される。

第 90 回雑誌会

(Nov 13, 2009)

(1) Design and function of a closed, recirculating seawater system with denitrification for the culture of black tiger shrimp broodstock

Menasveta, P., Panritdam, T., Sihanonth, P., Powtongsook, S., Chuntapa, B. and Lee, P.

Aquacultural Engineering 25, 35–49 (2001).

Reviewed by Y. Sagisu

循環式養殖システムにおける全窒素管理のための主要な生物処理として、硝化と脱窒がある。生物脱窒では、嫌気性条件下で硝酸性窒素を水酸化物イオンの生成を伴う反応によって窒素ガスへ還元する。この水酸化物イオンの生成は、システム内の硝化による pH の減少を抑える。そのため、換水や定期的な緩衝水の必要性を取り除くことができ、システムの管理費用を削減できる。近年、水質の維持と安定を目的としたシステムの改良が行われ始めている。本研究では、脱窒プロセスにおける担体、脱窒菌の添加および炭素源の違いによる影響を検討するために、条件の異なる 3 つの試験を連続で実施した。それぞれの試験条件は、次のとおりである：試験 1 は多孔質プラスチック球状担体、マングローブ土壌の添加、エタノール；試験 2 は破碎したカキの殻の担体、研究室で培養した脱窒菌の添加、エタノール；試験 3 は破碎したカキの殻の担体、脱窒菌の無添加、メタノールとした。試験は、ブラックタイガーの親エビを養殖するために設計された脱窒プロセスを備えた閉鎖循環式養殖システムを用いて、計 81 週間行った。システムは、丸型飼育水槽(9m³)と硝化槽(6m³)、脱窒プロセスにより構成されている。脱窒プロセスは、それぞれ 143L の脱酸素カラムと担体充填カラム、再曝気カラムから構成されている。

硝化槽は、アンモニア性窒素(<0.5mg/L)と亜硝酸性窒素(<0.2mg/L)を良好な濃度範囲に維持した。しかしながら、試験 1 における硝酸性窒素は、徐々に高い値(<50mg/L)を示した。試験 2 において、担体の変更と脱窒菌の添加は、脱窒カラムと飼育水槽中の硝酸態窒素を減少させた。試験 3 において、メタノールへの炭素源の変更と水理的滞留時間を大きくすることによって、脱窒菌の添加なしでも硝酸性窒素は効果的に減少(>160mg/L から <25mg/L)した。適切な条件で脱窒することによって、システムからの硝酸性窒素の除去能力を高め、エビの健康に影響を与えることなく pH は一定値を保持した。

(2) 太田川水系の水質

西田 信男

広島県立大学紀要 19, 27-35 (2008).

レビュー：神田 直樹

太田川は、広島県の西部を流れる一級河川で、水源を中国山地の冠山に発し、広島湾に注いでいる。関係市町村は4市4町に及び、広島県における社会・経済・文化の基盤をなしている。太田川は上水道、発電、工業用水、農業用水等に利用され、河川敷は公園として利用されるなど、広島市とその近郊の住民の生活と密接に結びついている。太田川は、広島市内の下水道整備が進み、水質が改善されたと報じられた。しかしながら、それは広島市内6河川のうち1河川しか調査が行われておらず、太田川水系全体に言えることか疑問を生じた。本研究では、国土交通省、広島県、環境省などが実施した太田川に関する調査データを収集、加工し、下水道整備状況との関係について検討した。地域性を考慮しながら25地点を選択、過去のデータも利用して水質の変化を調査した。主に国土交通省、広島県が1991年から2005年に実施した15年分の水質調査結果を用いた。

水質データとして生活環境項目、特に代表的指標である生物化学的酸素要求量(BOD)に注目した。早くから下水道整備がされていた広島市中心部の汽水域6地点を除いた19地点のBODを目的変数、広島市の下水道普及率を説明変数として回帰分析すると、相関関数は-0.965となり、高い相関を示した。このことから、下水道普及率が増加するにつれてBODが減少する傾向にあるといえる。次に、他地点と比較して突出して悪環境である上安に絞って下水道整備面積割合とBODの関連を調べた。下水道整備面積割合、雨量、上安の人口を説明変数、BODを目的変数として回帰分析したところ、相関関数は0.838となった。このことから、ある程度は下水道整備面積割合とBODに相関を示した。しかしながら、下水道整備面積割合とBODの関連の度合いは、下水道普及率とBODに比べると低かった。これは公共下水道が整備されても、各家庭が下水道管に繋ぐとは限らないためと考えられる。下水道の整備によって太田川の水質は改善された。しかしながら、下水道の整備率向上には個人負担の軽減も考える必要がある。

(3) MRSA をはじめとする黄色ブドウ球菌におけるバクテリオファージと殺菌効果の関係

古畑 誠之, 岡本 了一, 久我 明男, 島内 千恵子, 馬場 志郎
北里医学 32, 44-54(2002).

レビュー: 小林 拓未

Eagle 効果, いわゆる postantibiotic effect (PAE) とは抗菌薬を細菌と短時間のみ接触させた後に接触を解除しても一時的に細菌の増殖が抑えられるという効果である。実際, 臨床の場で有効な効果が報告されている。*Staphylococcus aureus* MS353 株と MS353S1cml 株に 16~32 倍の最小発育阻止濃度(MIC)の levofloxacin(LVFX)を接触させたところ, LVFX 除去後の殺菌曲線に違いが見られた。違いが生じた要因として, LVFX の殺菌作用や PAE 以外の殺菌作用の存在が示唆されたため, 生物学的な特性の違いについて検討を行った。また, キノロン薬耐性変異株の殺菌曲線を比較することで, 遺伝子の変異によるキノロン薬耐性因子と, 殺菌作用との関連性について検討した。さらに, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA)株を用いて, 生物学的な特性について検討した。

MS353S1cml 株に 16~32 倍 MIC の LVFX を接触させたところ, MS353 株と比較して生菌数は減少した。それと同時に多数の S1cml phage の誘発が見られたことから, 殺菌作用はバクテリオファージの溶菌作用によるものと考えられた。バクテリオファージの溶菌作用はキノロン薬耐性変異株に対しても同様に認められたため, キノロン薬耐性に関与する遺伝子の変異とは関連性がないと考えられた。MRSA 株からのプロファージの誘発は 58 株中 42 株(72.4%)でみられたが, 誘発された phage titer は $3.4 \times 10^5 \sim 7.2 \times 10^6$ PFU/ml と少なかった。バクテリオファージの溶菌作用は, MRSA 株に S1cml phage を溶原化した菌株に対してはみられず, phage titer は $1.1 \sim 7.9 \times 10^5$ PFU/ml と少なかった。

第 91 回雑誌会

(Nov 20, 2009)

(1) Comparison of electrocoagulation and chemical coagulation pretreatment for enhanced virus removal using microfiltration membranes

Zhu, B., Clifford, D. A., Chellam, S.

Water Reseach, 39, pp.3098-3108 (2005)

Reviewed by T. Suzuki

精密ろ過は、水中の濁度、細菌および原虫の除去に広く利用されている。しかしながら、精密ろ過のみによる処理では、非常にサイズの小さいウイルスを有効に除去することはできない。そこで、ろ過の前処理として凝集を行うことで、溶存有機物などの凝集により精密ろ過の水質改善を向上させることができる。一般的には、凝集剤の添加による凝集処理が利用されているが、別の手法として電気凝集があり、水中の濁度、細菌、重金属および有機物などの様々な物質の除去を目的として研究が進められている。電気凝集は液状の凝集剤ではなく、固体の鉄やアルミニウムを電極および凝集剤として利用するので、可搬型の水処理設備としての利用が期待されている。本研究では、電極に鉄を用いた電気凝集精密ろ過によるウイルスの除去と各運転条件を検討した。また、電気凝集と化学凝集の精密ろ過による除去率を比較し、さらには除去のメカニズムについても検討した。指標ウイルスとして、バクテリオファージ MS2(直径 0.025 μm)を用いた。精密ろ過膜は、孔径 0.22 μm の膜を使用した。

精密ろ過のみによるウイルスの除去率はわずか 32%であったが、前処理として電気凝集を行うことで、除去率は最大 99.99%以上に向上した。pH6.3 条件下においては、主に正に帯電した水酸化鉄のフロックが生成されることから、負に帯電したウイルスが安定してフロックに吸着するので、低濃度の鉄においても高い除去率が得られた。また、電気凝集精密ろ過によるウイルスの除去率は、化学凝集精密ろ過による除去率をはるかに上回った。さらに、電気凝集装置内において、負に帯電したウイルスが電気泳動により陽極へ移動し、陽極から生成された鉄と効率よく吸着していることが除去率を高めているメカニズムであると考えられる。

(2) 水の流出経路が森林河川の溶存有機炭素濃度に及ぼす影響

芳賀 弘和, 西田 継, 坂本 康

水環境学会誌 30, 573-578 (2007).

レビュー: 黒沢津 翔

溶存有機炭素(DOC)は、河川における炭素循環やエネルギー収支の点で重要な物質である。さらに、DOCは河川水の酸性化や金属による汚染物質の輸送に関わる物質でもある。このため、DOCの供給源の把握や土壌中や河川内でのDOCの生産、消費過程、および陸上から河川に至るまでの流出過程の解明は、ノンポイント汚染研究において大きな課題である。この中でも、DOCの流出過程は、水文学的条件に強く依存し、この過程においてDOC濃度が時間的に大きく変動する。そのため、流出過程の定量化が重要である。本研究では、水の流出経路が直接降雨の影響を排除した平水時の河川水のDOC濃度に及ぼす影響を定性的に明らかにするため、斜面流出水量、河畔域の地下水位および河川水量を観測した。また、観測したデータから斜面流出水と河川水の平水時におけるDOC濃度の時間的変動について解析した。

斜面流出水が卓越している場合とその他の場合について、斜面流出影響下の平水時、通常の平水時と区別して解析を行った。斜面流出水について、斜面流出時のDOC濃度は、通常と比較して極めて低かった。河川水についても、斜面流出時のDOC濃度は通常時と比較して低下した。しかしながら、ほとんどの地点で濃度の低下はわずかであり、低くても通常時の25パーセンタイル値程度であった。また、集水面積が36ha以上の地点では、DOC濃度の差はわずかであり、ほぼ一定であった。本試験流域では、斜面からの水の流出がもたらすDOC濃度の低下作用と、地下水位上昇に伴う河畔域からの水の流出がもたらすDOC濃度の上昇作用の二つの作用のバランスによって、平水時の河川水のDOC濃度が決定されると推察された。

第 92 回雑誌会
(November 27, 2009)

(1) Application of microbial source tracking methods in a Gulf of Mexico field setting

Korajkic, A., Badgley, B. D., Brownell, M. J. and Harwood, V. J.

Journal of Applied Microbiology, 107, 1518-1527 (2009)

Reviewed by T. Furukawa

水環境におけるふん便汚染は、レクリエーションエリア、貝類の収穫、および飲料水等を介して、ヒトの健康に悪影響を及ぼす。すべての腸内の病原性細菌を分析することは、コストや実験方法の複雑さから非常に困難であるため、現在では指標細菌としてふん便性大腸菌群、大腸菌、および腸球菌等を定義し、水質管理やふん便汚染源の追跡に関する研究が実施されている。沿岸域レクリエーションエリアにおけるふん便性細菌の消長・輸送は、汚染源追跡において重要な要素であり、そのツールの一つとしてラグランジュ解析が挙げられる。これまでの研究で、沿岸域においてラグランジュ解析による化学物質や細菌の流れ・輸送を予測することに成功している。そこで本研究では、フロリダの沿岸域において、ふん便性細菌の調査を実施し、さらにラグランジュ解析と遺伝子解析手法を用いた汚染源追跡法について評価した。

沿岸域におけるふん便性大腸菌群、大腸菌、および腸球菌の濃度は、水質基準を超過する試料はほとんどなかった。各地点における浜砂中の細菌数は、水試料よりも 1 オーダー高く、浜砂中に蓄積した細菌が、表層水の細菌濃度を上昇させることが示唆された。また、表層水とカキ内の細菌数は高い相関関係を示した。ヒト由来のふん便に関連している *esp* 遺伝子を用いた汚染源追跡手法において、河川水と海水から *esp* 遺伝子を有する *Enterococcus faecium* が検出され、ヒト由来のふん便汚染を受けていることがわかった。さらに、ラグランジュ解析によるふん便性細菌の移動を評価した結果、*esp* 遺伝子を用いた解析手法との関連性は低かった。

第 93 回雑誌会

(December 4, 2009)

(1) Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond

Otoshi, C. A., Arce, S. M. and Moss, S. M.

Aquacultural Engineering 29, 93–107 (2003).

Reviewed by Y. Sagisu

近年、世界の主要なエビの養殖地域において、ウイルス性病原体によるエビの大量死が発生し、エビの養殖業者を悩ませている。さらに、世界のエビ養殖産業は、排水や外来種の養殖、自然環境保護の観点から沿岸域の環境に対して悪い影響を与えているとして批判されている。これらのことは、従来のエビの養殖産業の持続性に関する懸念を高め、養殖業者と研究者に対して、持続可能な産業を目指したバイオセキュリティ技術の開発を促した。この技術開発において重要なことは、特定の病原菌の存在しないエビ (SPF エビ) を用いて、循環式養殖システム(RAS)を利用した病原菌の存在しない条件のもとで親エビを生産することである。しかしながら、RAS で親エビを養殖したときの成長と繁殖能力に関する情報が不足している。本研究では、RAS と素掘り池(EP)を用いて市場サイズ(~20g)から親エビサイズ(~40-60g)にシロエビを飼育する試験を2度行い、エビの成長と繁殖能力を比較した。

試験1でのRASのオスとメスの平均成長率は、それぞれ0.83g/尾/週と1.33g/尾/週であった。また、EP中でのオスとメスの平均成長率は、1.07g/尾/週と1.48g/尾/週であった。試験2では、RAS中のオスとメスの平均成長率が、それぞれ0.90g/尾/週と1.53g/尾/週であった。その一方で、EP中でのオスとメスの平均成長率は、1.24g/尾/週と1.78g/尾/週であった。RASでの低い成長率は、天然の補助栄養分の生産が不足したためだと考えられる。そこで成長率に加えて、RASで飼育された親エビと、これまでにEPで飼育された親エビの繁殖能力のデータについて比較した。産卵成功率とノープリウスの生産数について、両システムで飼育された親エビの間に有意差は見られなかった。本研究の結果、良い成長と高い生存率を維持しながら、RASで親エビの養殖が可能であることがわかった。さらに、RASで飼育された親エビの繁殖能力は、EPを用いて飼育された親エビの繁殖能力と差がないことが明らかとなった。

(2) Heterotrophic bacteria community and pollution indicators of mussel-farm impact in the Gulf of Gaeta(Tyrrhenian Sea)

Rosa, T. L., Mirto, S., Marino, A., Alonzo, V., Maugeri, T. L. and Mazzola, A.

Marine Environmental Research, 52, 301-321 (2001).

Reviewed by H. Kawabata

世界各地で水産養殖（特に魚，イガイ養殖）が急速に拡大し，これによる沿岸環境への影響が心配される。過去に養殖場の水質調査が行われ，イガイ養殖場から糞や擬糞など，大量の生物堆積物が発生していることが報告された。また，大量の堆積性有機物によって，底生細菌量にも影響が生じることから，細菌学的モニタリングの重要性も指摘されている。そこで本研究では，温暖地帯の沿岸域における水産養殖が周辺環境に与える影響を評価するために，西地中海のガエタ湾内にあるイガイ養殖場周辺から，海水（表層水，水深 10m）と堆積物を採取し，水質と細菌数を比較した。試料採取地点は，イガイ養殖場，養殖場から 40m 離れた中間影響地点，および 1km 離れた対照地点の 3 地点とし，水質は水温，塩分，DO，pH，濁度，細菌は大腸菌，腸球菌，ビブリオ，腸炎ビブリオ，好気性従属栄養細菌を測定した。

全地点において，水温と DO は負の相関関係 ($r=-0.86\sim-0.76$, $P<0.01$)，水温と pH は正の相関関係 ($r=1$, $P<0.01$) を示した。水中の好気性従属栄養細菌，大腸菌，腸球菌数の変化と，水質の変化は関連性が見られなかった。一方，腸炎ビブリオ数は，全地点で，水温と有意な相関関係 ($r=0.708$, $P<0.01$) を示した。また，養殖場の堆積物中の好気性従属栄養細菌とビブリオ属の濃度は，対照地点の堆積物中よりも高い値を示したが，水中での濃度に明らかな差は見られなかった。これらのことから，沿岸環境の細菌分布に影響を与えている要因は，養殖場の生物堆積物ではなく，水温や DO などの非生物要因であることが示唆された。有機物が豊富な養殖場の堆積物中で，好気性従属栄養細菌やビブリオ属の濃度が上昇したことから，これらの細菌が有機物濃縮の指標として適していることが示唆された。

(3) Long-term and High Temporal Resolution in Situ Monitoring of Potassium, Sodium, and Chloride in a Small Forested Catchment Using Flow Injection Potentiometry

Tada, A., Tanakamaru, H., and Hata, T.

Japan Soc. Hydrol & Water Resour 19, 445-457 (2006).

Reviewed by D. Shinohara

特定水域における長期間の水質観測データは、非特定汚染源のモデリングなどを進めていく上で重要なデータとされている。しかしながら、長期モニタリングは連続データが不足するため正確な水質モデリングは困難であった。そこでポンプ、チューブとバルブを使用して水質を分析するフローインジェクション分析を用いたフローインジェクションポテンシオメトリー (FIP) オンサイト水質観測システムを開発した。この装置は 15 分間隔で渓流水質 (塩化物イオン, ナトリウム, カリウム) を 2 週間モニタリングできる。本研究では、実験室と奈良県五條市の山林流域において装置の性能試験を実施した。

FIP オンサイト水質観測システムは冬季の試料凍結を除き、ろ過を阻害する物質や空気の流入といった長期モニタリングに悪影響を与える原因を解決した。2004 年度の山林流域における 3 種類のイオン濃度のモニタリングの結果、イオン濃度反応は、主に温度にではなく流量によって変化することが示唆された。塩化物イオンとカリウムは降雨時に上昇した。これは樹木に堆積した大気からの付着物や、土壌表層の蓄積物が降雨によって流域に流出したためと考えられる。ナトリウム濃度は、降雨時は希釈され濃度は減少を示した。凍結防止のためのヒーターと、さらに安定した電力供給をシステムに加えることによって、FIP オンサイト水質観測システムは一年中のモニタリングを可能にできる。

(4) *Cryptosporidium* and *Giardia* in commercial and non-commercial oysters (*Crassostrea gigas*) and water from the Oosterschelde, the Netherlands

Schets, F. M., van den Berg, H. H.J.L., Engels, G. B., Lodder, W. J.,
and de Roda Husman, A. M.

International Journal of Food Microbiology, 113, 189-194 (2007).

Reviewed by A. Hiramatsu

腸内寄生虫のクリプトスポリジウムとジアルジアは、ヒトに対して胃腸炎を引き起こす。これまでに、これら腸内寄生虫による水と関連した多くの発症が報告されている。腸内寄生虫などの媒介となる可能性がある二枚貝類は大量の海水をろ過する、ろ過摂食を行う。このろ過摂食性の貝は、水系病原菌、ウイルス、そしてクリプトスポリジウムもしくはジアルジアのような原生動物を組織内に蓄積させる。スペインでは、食用カキにクリプトスポリジウムが存在していたことが報告されている。また、オランダの東スヘルデ川には大きなカキ収穫地点がある。そこで本研究では、東スヘルデ川から採取した食用である商業的カキと自然に存在する非商業的カキの両方の寄生虫の蓄積量を調査した。さらに下水処理水、東スヘルデ川へ流入する表層水、そして東スヘルデ河川水におけるクリプトスポリジウムとジアルジアを測定した。

東スヘルデ川で採取した合計 179 個のカキについて、クリプトスポリジウムとジアルジアの存在を分析した。養殖場で採取した商業用カキ 46 個のうちの 6 個 (13.0%) のカキに、クリプトスポリジウムあるいはジアルジア、もしくはその両方が含まれていた。それに対して、排水処理場近くで採取した非商業用カキでは、133 個のうち 9 個 (6.7%) であった。養殖場のカキに腸内寄生虫が存在したという事実は、公衆衛生に影響を及ぼす重要な問題である。また、下水処理水、東スヘルデ川へ流入する表層水、東スヘルデ河川水と次第にクリプトスポリジウムとジアルジアの濃度は低下していったが、不活化するよりも速く、カキの収穫地点に到着する可能性が考えられた。東スヘルデ川で生産される食用カキは、クリプトスポリジウムまたはジアルジアによって胃腸疾患を引き起こす可能性が示唆された。

第 94 回雑誌会

(Dec 11, 2009)

(1) Bacteriophage PRD1 and silica colloid transport and recovery in an iron oxide-coated sand aquifer

Ryan, J. N., Elimelech, M., Ard, R. A., Harvey, R. W. and Johnson, P. R.

Environmental Science & Technology, 33, 63-73 (1999)

Reviewed by T. Suzuki

地下水で満たされた帯水層における病原性腸内ウイルスの輸送は、飲料水の安全性を脅かす深刻な問題となっている。この問題を受けて、アメリカ環境保護庁は、帯水層におけるウイルス等の自然浄化能力がなければ、地下水を消毒する施設が必要であるとしている。帯水層における浄化の主要な要因は、ウイルスの堆積物への吸着および不活化の二つである。また、正に帯電した微粒子がウイルスやコロイドの吸着を促進することや、pH および有機物濃度の上昇が吸着を妨害することが知られており、これらは粒子間に働く静電気力に深く関連していると考えられる。そこで本研究では、酸化鉄で覆われた砂質帯水層中の汚染域(下水処理水による汚染)と非汚染域において、三つの条件(pH の上昇、陰イオン界面活性剤 NaDBS の注入、還元剤アスコルビン酸の注入)がウイルスとシリカコロイドの輸送に及ぼす影響をそれぞれ検討した。また、ウイルス、シリカコロイド、および帯水層中の微粒子それぞれのゼータ電位を算出し、静電気力が輸送に及ぼす影響を検討した。指標ウイルスとして、バクテリオファージ PRD1 を用いた。

汚染域では、有機物およびリン酸塩が非汚染域よりも高濃度で存在するため、PRD1 やシリカコロイドの酸化鉄への吸着をさらに妨害したと考えられる。また、PRD1、シリカコロイド、および帯水層中の微粒子のゼータ電位と輸送の関連性より、静電気力が PRD1 やシリカコロイドの吸着に影響することが示された。pH の上昇は、帯水層中の微粒子に吸着した PRD1 とシリカコロイドに移動性を持たせる最も重要な要因であることがわかった。NaDBS の注入は、非汚染域よりも汚染域において PRD1 とシリカコロイドの輸送に起因した。また、アスコルビン酸の注入によるウイルスやシリカコロイドの輸送は一貫性がないことから、輸送の一因として評価するのは難しいと考えられる。

(2) Statistical Analyses: Possible Reasons for Unreliability of Source Tracking Efforts

Lasalde, C., Rodriguez, R., Toranzos, G. A.

Applied And Environmental Microbiology 71, 4690-4695 (2005).

Reviewed by S. Kajii

人口密度が増加する中で水資源の糞便汚染は、重要な環境問題の一つとなっている。近年、微生物学的水質を評価するために、糞便指標細菌が利用されている。一般に推奨されている糞便指標細菌として大腸菌がある。さらに指標細菌の起源を識別するため、パルスフィールドゲル電気泳動法や制限断片長多型などの遺伝子フィンガープリント法が、開発されてきている。さまざまなフィンガープリント法によって得られるデータは一般的に複雑であるため、クラスター解析のような多変量解析は、類似性により単離株を分類することに適している。しかしながら、新たな汚染源の確認や多くのさまざまな細菌集団が存在することから、クラスター解析によって考えられる汚染源の特定は、さらに難しい。これらの場合、判別解析の方法は、起源によって単離株を分類したり、それらをグループ化することに利用できる。しかしながら、判別解析はグループ間の相違により分類することから、その解析結果の解釈について注意する必要がある。本研究では、PFGE を用いて糞便由来の細菌と環境由来からの単離株を区別することを試みた。また、さまざまな大腸菌の遺伝的多様性、PFGE の分析結果から単離株を分類するための多変量統計解析の利用法について解析した。

PFGE による分析において、大腸菌単離株のほぼすべてが異なるバンドパターンを示した。遺伝的多様性は、クラスター解析による系統樹により明らかとなった。クラスター解析では、単離下株の起因別について違いは認められなかった。しかしながら、判別分析を用いると、正しく分類する平均は 84% となり、異なる統計解析を使うことによって違った結果が得られることがわかった。この異なる結果の原因は、数学的基盤の違いであると考えられる。また判別分析において、変数を増やすことによつて正しい分類率を得ることが示された。

(3) Use of Stable Nitrogen Isotope Signatures of Riparian Macrophytes As an Indicator of Anthropogenic N Inputs to River Ecosystems

Kohzu, A., Miyajima, T., Tayasu, I., Yoshimizu, C., Hyodo, F., Matsui, K., Nakano, T., Wada, E., Fujita, N., and Nagata, T.

Environmental Science and Technology, 42, 7837-7841(2008).

Reviewed by S. Kurosawatsu

人為改変によって改良された窒素負荷における水質環境の悪化は、世界中で関心が高まっている。この問題の解決には、河川から窒素の発生源を追跡する必要がある。人由来である下水の硝酸塩は、自然土壌から生成される硝酸塩と比較して安定同位体である ^{15}N が濃縮される。したがって、河川水の硝酸塩の ^{15}N の値($\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$)は、河川への人為改変した窒素負荷を表す適切な指標である。ところが、河川水の $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ は流動的であり、その流域における時間的平均を求めることは難しい。それに対して、不動である河川周辺の植物の ^{15}N の値($\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$)を $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ の値として代用することができれば、時間的平均を出すことが可能である。しかしながら、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ の値は、それぞれの植物によってさまざまに変化し、メカニズムも不明な点が多い。そこで本研究では、 $\delta^{15}\text{N}$ の値を河川への人為的原因で流入した窒素の指標であることを評価したうえで、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ と $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ の関係を検討した。その結果を用いて、河川の近くに住む 6 つの植物(ヨシ、ツルヨシ、イグサ、セリ、ミゾソバ、またはヤナギ)の中から $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ と相関がある種を特定した。さらに、各植物の $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ の値の変化のメカニズムを解明した。

イグサとヨシを除いた $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ と $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ において、周辺の住居地区や水田などの高い窒素をもつすべての土地利用と正の相関があり、森林とは負の相関を示した。したがって、この河川における $\delta^{15}\text{N}$ は、人が原因で流入した窒素負荷を表す有効な指標であると評価できる。 $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ 値の変化は、それぞれの植物の生息環境、窒素の栄養塩の生物種間の違い、または窒素代謝の生物種間の違いによって示すことが可能であることが示唆された。また、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant}}$ と $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ が正の相関をもつ植物は、4 種類(ツルヨシ、セリ、ミゾソバ、またはヤナギ)であった。この結果から、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{nitrate}}$ に代用できると特定された植物データを用いることで、 ^{15}N における時間的平均を推測し、その流域での歴史的変化を再現できることが可能であるかもしれない。

第 95 回雑誌会

(Dec 18,2009)

(1) Prevalence of norovirus and factors influencing virus concentrations during one year in a full-scale wastewater treatment plant

Johan Nordgren, Andreas Matussek, Ann Mattsson, Lennart Svensson,
Per-Eric Lindgren

Water Research 43, 1117-1125 (2009).

Reviewed by T. Kobayashi

ノロウイルスは排水や貝、飲料水中で頻繁に検出され、非細菌性の急性胃腸炎を引き起こす主な原因となっている。ノロウイルスの遺伝子群は5つに分けられ、GG I と GG II の2つのタイプは人間に影響を与える。特に、GG II はノロウイルスの拡大に大きく関係している。既存の研究では、腸内ウイルスは処理工程後の排水に多く存在していると報告されている。ノロウイルスの疫学的研究は胃腸炎が多く起こる冬季に行われるが、ノロウイルスの感染メカニズムを理解するためには、年間を通しての研究が重要である。しかしながら、夏季を含む環境中のノロウイルスの感染についての知見はほとんどない。また、排水中の腸内ウイルスについての研究は流入流出水中のウイルス濃度についてのみ説明しているが、物理化学的パラメータに関しては行っていない。そのため、排水処理工程がノロウイルスに及ぼす影響や、ウイルス濃度に対する影響因子に関する知見は極めて乏しい。そこで本研究では、処理施設内の8か所からサンプリングを行い、年間を通じた処理施設でのノロウイルスの変動と除去率を調査した。

ノロウイルスの GG I は夏季に 1.2×10^6 g.e/l H₂O, GG II は冬季に 6.2×10^6 g.e/l H₂O と高い濃度を示した。流入流出間で平均 $1.5 \log_{10}$ units, 最初沈殿地では $0.7 \log_{10}$ units, 活性汚泥を組み合わせた最終沈殿地では $0.9 \log_{10}$ units ウイルスは減少した。流入水と GG I の除去の間には負の相関があった。また、高い伝播率と高い除去率は、主に活性汚泥を組み合わせた二次沈降で相関があった。全窒素の除去は特に GG II の除去と相関があった。流入水中の GG I 濃度は、流入と高い相関があり、少ない流入が高い濃度を示したが、GG II には相関はなかった。流入水中の GG II 濃度が高い場合には、流出水中の GG II 濃度も高い傾向を示したが、GG I では GG II と同一の傾向はみられなかった。

(2) Occurrence of the vancomycin-resistant genes *vanA*, *vanB*, *vanC1*, *vanC2* and *vanC3* in *Enterococcus* strains isolated from poultry and pork

R.Lemcke, M. Bülte

International Journal of Food Microbiology 60 185-194 (2000).

Reviewed by N.Kanda

バンコマイシン耐性腸球菌(VRE)は、尿路や傷口感染症、菌血症、心内膜炎、時には治療不可能な感染症の原因となる。グリコペプチド系の抗生物質であるバンコマイシンの耐性の発達に寄与すると疑われている物質がアボパルシンである。アボパルシンは成長促進剤として家畜の餌に含まれ、食肉を媒介として人に取り込まれる。なお、アボパルシンは1996年からドイツで、1997年からE.U.で使用禁止となっている。バンコマイシン耐性(*van*)は *vanA*, *vanB* などいくつかの遺伝子にコード化されている。なかでも高いバンコマイシン耐性を示し、転移因子である *vanA* 遺伝子は重要である。本研究ではドイツのギーセンにおけるアボパルシンの使用が禁止されてからの VRE を評価することを目的とした。次に、ポリメラーゼ連鎖反応(PCR法)によって、VRE 遺伝子の同定を行った。さらに、パルスフィールドゲル電気泳動法(PFGE)が、家畜由来とヒト由来の *vanA* 遺伝子の種間の違いを識別する方法となりえるか検討した。

ドイツ、オランダ、フランス、およびハンガリー産の鶏 115 検体とドイツ産の豚 50 検体から CATC 寒天培地を使い 1643 株の腸球菌株を単離した。単離後、コロンビア CNA 寒天培地(バンコマイシン 5mg/L)によって 420 株がバンコマイシン耐性を持つことが確認された。これらのうちドイツ産の鶏 61 検体中 44 検体、豚 50 検体中 24 検体が VRE 陽性であった。PCR 法によって、鶏からの単離菌 362 株中 202 株が *vanA*, 1 株が *vanA*, *vanC1* を示した。豚からは *vanA* が検出されなかった。低バンコマイシン耐性である *vanC1*, *vanC2*, *vanC3* は鶏から 33 株、豚から 5 株検出された。このことから鶏は高耐性である *vanA*, 低耐性である *vanC* を示す特性があることがわかった。PFGE によって鶏の *vanA* 陽性菌 203 株とヒト由来の *vanA* 陽性菌 60 株を比較した。遺伝子パターンを解析すると、家畜由来の *vanA* とヒト由来のものとは違っていた。そのため PFGE は、家畜由来とヒト由来の *vanA* 遺伝子の種間の違いを識別する方法となりえる。

(3) Rapid detection of enterococci in marine beach water by immunomagnetic capture and bioluminescence and its comparison with conventional methods

Lee, J. and Deininger, R. A.

Journal of Environmental Health, 72, 8-13 (2010)

Reviewed by T. Furukawa

レクリエーションエリアにおけるふん便性細菌による水質の汚染は、人間の健康に対して極めて危険なリスクとなる可能性がある。海水浴場では、そのような汚染状況を改善するために、定期的に全大腸菌群、ふん便性大腸菌群、大腸菌、および腸球菌のモニタリングが実施されている。しかしながら、モニタリングにおいて現在実施されているメンブランフィルター法などの従来法では、細菌数の結果を得るために1~2日間を要する。したがって、海水浴場におけるタイムリーな細菌数の把握ができないため、安全な水質基準に関する評価が困難である。本研究では、レクリエーションエリアにおいて、免疫磁気キャプチャー・生物発光 (IMS/ATP) 法による腸球菌の迅速かつ正確な検出方法の開発について試みた。IMS/ATP 法は、試料水中から抗体を塗布した免疫磁気ビーズを用いて、選択的にターゲットとなる細菌を捕捉し、捕捉された細菌について発光酵素/基質を用いた生物発光によって細菌数を定量するという方法である。

沿岸水試料を用いて IMS/ATP 法とメンブランフィルター (MF) 法によって腸球菌数を測定した結果、両方法による腸球菌数は極めて高い相関を示した ($y = 1.009x + 1.329$, $R = 0.922$)。IMS/ATP 法によって腸球菌は、試料の濃縮処理を除けば30分間で検出することができた。MF法のような従来法と比較して、極めて短時間で検出することができることがわかった。さらに、IMS/ATP 法と従来法 (MF法と Enterolert 法) を用いて、カリフォルニアの海水浴場8地点における腸球菌の実証調査を行った。8地点中4地点の試料において、IMS/ATP 法と従来法との腸球菌数が近い値を示した。また、7地点の試料において IMS/ATP 法で測定した値の方が高くなったが、これは試料水中に腸球菌以外の発光物質が存在していたためではないかと考えられる。以上の結果から、試料の前処理法に関してさらなる研究が必要であるが、IMS/ATP 法によって沿岸水試料から腸球菌を迅速かつ正確に検出できることが示唆された。

第 96 回雑誌会

(Jun 11, 2010)

(1) New Electropositive Filter for Concentrating Enteroviruses and Noroviruses from Large Volumes of Water

Karim, M. R., Rhodes, E. R., Brinkman, N., Wymer, L. and Fout, G. S.

Applied and Environmental Microbiology, **75**, 2393-2399 (2009)

Reviewed by T. Kobayashi

胃腸炎や麻痺などの症状を引き起こす腸内ウイルスは、環境中では極わずかでしか存在しない。正確にウイルスを検出するためには、多量の環境水中からウイルスを濃縮しなければならない。多くのウイルス濃縮法が確立されているなかで、陽電荷膜法は最も使われる方法である。飲み水と淡水において、1 MDS 陽電荷膜は最も広く使われている。しかしながら、この膜は pH の調整が必要であり、コスト効率が悪い。そこで本研究は、ポリオウイルス、コクサッキーウイルス、エコーウイルス、ノロウイルスを対象として、直径 2 μ m のナノアルミナファイバーで構成されている Nano Ceram 膜と 1 MDS 陽電荷膜を使用したウイルス濃縮効果の評価を行った。

ウイルスを添加した蒸留水、水道水、および河川水を膜に通水し、その後に溶出した。溶出は 2 段階で行い、1 段階目はビーフエキスとの接触時間 1 分間とし、2 段階目のビーフエキスとの接触時間を変化させた。水道水については pH と流量を変量とした。これらの結果を既往の研究と比較した。10L と 100L の水道水と河川水を使用した場合について、Nano Ceram 膜と 1 MDS 陽電荷膜によるポリオウイルスの回収率を評価した。ウイルスの回収率はプラーク法によって評価した。また、水道水と河川水中からのポリオウイルスとノロウイルスの回収率を RT-PCR で比較した。

Nano Ceram 膜によるポリオウイルスの回収率は、2 段階目の接触時間が 15 分間の条件で 77% と最も高い値を示し、既往の研究と比較しても高かった。Nano Ceram 膜を用いて 100L の水道水を濃縮した場合には、ポリオウイルス、コクサッキーウイルス、およびエコーウイルスの回収率は、それぞれ 54, 27, および 32% であり、既往の研究よりも高い値であった。Nano Ceram 膜と 1 MDS 陽電荷膜について pH と流量に関して比較したが、有意差は認められなかった。Nano Ceram 膜と 1 MDS 陽電荷膜によるポリオウイルスの回収率は 10L の場合、水道水・河川水ともに 1 MDS 陽電荷膜よりも Nano Ceram 膜が高かった。Nano Ceram 膜によるノロウイルスの回収率は、水道水で $3.6 \pm 0.6\%$ (n=3)、河川水で $12.2 \pm 16.3\%$ (n=3) であり、1 MDS 陽電荷膜を用いた回収率(水道水 : $1.2 \pm 1.4\%$ n=3, 河川水 : $0.4 \pm 1.8\%$ n=3)よりも高かった。

(2) $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ indicators of fish and shrimp community diet and trophic structure in a mangrove ecosystem in Thailand

Thimdee, W., Deenin, G., Nakayama, N., Suzuki, Y. and Matsunaga, K.

Wetlands Ecology and Management. **16**, 463-470 (2008).

Reviewed by S. Kurosawatsu

マングローブは、沿岸や沖合における漁場の生産性を支える重要な役割を果たしている。近年、マングローブにおける食物網の研究に、安定同位体が用いられている。安定同位体分析は、有機物の起源や取り入れた栄養分の変換を検討することが可能であり、食物網の中の栄養分に関する研究において、その地域の生態系を解明する上で有用な方法の一つである。特に $\delta^{15}\text{N}$ に関する研究は、食物網の中における栄養塩の関係を明らかにすることが可能である。しかしながら、漁業の重要なエリアとなっているタイのラノンのマングローブでは、安定同位体分析による食物網の研究は、行われていない。そこで本研究は、ラノンのマングローブ地帯であるクローンガオと、その下流における沖合に棲息する生産者と消費者について、安定同位体分析を用いて、主要な炭素源を特定した。また、培養実験によって植物プランクトンに対するマングローブの堆積物の役割を明らかにした。さらに、安定同位体分析の結果を用いて、マングローブ生態系における食物網を、栄養段階からグループ分けした。

消費者であるエビや魚の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、マングローブの堆積物の $\delta^{15}\text{N}$ 値に対して、3~10‰高くなった。これは、消費者がマングローブの堆積物を餌としていることを示しており、マングローブを炭素源としていることが明らかとなった。また、既往の研究で、マングローブの影響が少ない沖合において、主要な炭素源とされる植物プランクトンの生産力は、堆積物の沿岸への流出とスクロールに伴う高濁度による光の遮断によって、低いと推定された。また、マングローブの堆積物を添加する植物プランクトン培養試験では、堆積物の添加量を増加させるに伴ってプランクトンも増加した。これは、植物プランクトンもラノン地方における炭素源である可能性を示したとともに、マングローブが最も重要な生産者であることが示唆された。さらに、クローンガオの食物網には、同一の栄養段階にあるグループが4段階あることが示され、ラノンにおける食物網が安定同位体を用いて表すことが可能であった。

(3) Rapid detection of enterococci in marine beach water by immunomagnetic capture and bioluminescence and its comparison with conventional methods

Lee, J. and Deininger, R. A.

Journal of Environmental Health, **72**, 8-13 (2010)

Reviewed by T. Furukawa

レクリエーションエリアにおけるふん便性細菌による水質の汚染は、人間の健康に対して極めて危険なリスクとなる可能性がある。海水浴場では、そのような汚染状況を改善するために、定期的に全大腸菌群、ふん便性大腸菌群、大腸菌、および腸球菌のモニタリングが実施されている。しかしながら、モニタリングにおいて現在実施されているメンブランフィルター法などの従来法では、細菌数の結果を得るために1~2日間を要する。したがって、海水浴場におけるタイムリーな細菌数の把握ができないため、安全な水質基準に関する評価が困難である。本研究では、レクリエーションエリアにおいて、免疫磁気キャプチャー・生物発光 (IMS/ATP) 法による腸球菌の迅速かつ正確な検出方法の開発について試みた。IMS/ATP 法は、試料水中から抗体を塗布した免疫磁気ビーズを用いて、選択的にターゲットとなる細菌を捕捉し、捕捉された細菌について発光酵素/基質を用いた生物発光によって細菌数を定量するという方法である。

沿岸水試料を用いて IMS/ATP 法とメンブランフィルター (MF) 法によって腸球菌数を測定した結果、両方法による腸球菌数は極めて高い相関を示した ($y = 1.009x + 1.329$, $R = 0.922$)。IMS/ATP 法によって腸球菌は、試料の濃縮処理を除けば 30 分間で検出することができた。MF 法のような従来法と比較して、極めて短時間で検出することができるとわかった。さらに、IMS/ATP 法と従来法 (MF 法と Enterolert 法) を用いて、カリフォルニアの海水浴場 8 地点における腸球菌の実証調査を行った。8 地点中 4 地点の試料において、IMS/ATP 法と従来法との腸球菌数が近い値を示した。また、7 地点の試料において IMS/ATP 法で測定した値の方が高くなったが、これは試料水中に腸球菌以外の発光物質が存在していたためではないかと考えられる。以上の結果から、試料の前処理法に関してさらなる研究が必要であるが、IMS/ATP 法によって沿岸水試料から腸球菌を迅速かつ正確に検出できることが示唆された。

第 97 回雑誌会

(Jun 18, 2010)

(1) Survival and growth of *Pseudomonas aeruginosa* in natural mineral water: a 5-year study

Legnami, P., Leoni, E., Rapuano, S., Turin, D., and Valenti, C.

International Journal of Food Microbiology **53**, 153-158 (1999).

Reviewed by S. Kajii

Pseudomonas 属の細菌は、環境中に広く分布しており、日和見細菌として深刻な感染の原因となっている。*Pseudomonas* 属である緑膿菌は、感染症を引き起こす細菌の 1 つである。この緑膿菌の特徴は、少ない栄養素の環境でも増殖することができることである。また、様々な研究によって、最も注意深く取り扱われているミネラルウォーターでさえ、*Pseudomonas* 属のような低温細菌や貧栄養型細菌を含むことが報告されている。したがって、飲料水として瓶につめられ、市販されるミネラルウォーターの中の細菌は繁殖する可能性もある。市販される場合、特に感染しやすい新生児や高齢者に危険をもたらしている。そこで本研究では、ミネラルウォーター工場より単離された緑膿菌株を用いて、ミネラルウォーター中における緑膿菌の生存性と成長性を分析した。

ミネラルウォーターに緑膿菌 (2 株) を接種させ観測したところ、緑膿菌の増殖が確認された。最初の 2 日間で急激な増殖を示し、その後、最大濃度になるまでゆっくりと成長し、1 週間後に濃度は 5.4~5.6log に達した。そして、70~100 日まで静止期に入った。静止期の後の死滅期は、2 株のうち 1 株は早い段階で始まったが、もう 1 株は実験開始から 5 年後でも活発であった。また、損傷菌の有無を確認するために培地での蘇生の比較を行い、試験期間中に緑膿菌の増殖が阻害されているかを検討した。Cetrimide Agar 単体を使用した場合ならびに、Tryptone Soya Agar と Cetrimide Agar の組み合わせを使用した場合を比較した結果、緑膿菌の増殖が何らかの要因により阻害されていることがわかった。

(2) Molecular confirmation of *Enterococcus faecalis* and *E. faecium* from clinical, faecal and environmental sources

V.J.Harwood, N.C.Delahoya, R.M.Ulrich, M.F.Kramer, J.E.Whitlock, J.R.Garey and D.V.Lim
Letters in Applied Microbiology **38** 476-482 (2004).

Reviewed by N.Kanda

USEPA は、腸球菌を淡水と海水域の指標細菌としている。特に、菌数の増加は動物と人間が汚染源となる糞便汚染が発生したことを表している。環境中の腸球菌は、下水、動物の糞尿や植物、土壌からの懸濁物といった多くの起源がある。そのため、腸球菌の種すべてを対象とするよりも人間の健康被害に関連する菌種のみ注目することが望ましい。なかでも *Enterococcus faecalis* と *E. faecium* は人間の糞便や下水中で優位な菌種である。そこで、本研究では *E. faecalis*, *E. faecium* を単離・同定するための方法として PCR をベースとした方法の有用性を調査するため、生化学試験法との結果を比較検討した。生化学試験法と PCR 試験による結果の食い違いは 16S rRNA 系統解析を行い、単離株の遺伝子から菌種を決定した。

試料は人間、犬、カモメ、牛の糞便、下水、淡水域および海水域から mEI agar を使用し、139 株を単離した。腸球菌と推定される単離株は腸球菌の特徴であるカタラーゼ陰性、エスクリン陽性、6.5%NaCl, pH9.5, 45°C で増殖するか確認試験を行い、そのうち 128 株を腸球菌と判断した。まず、128 株を生化学試験法として API 20 Strep を行った。陽性率が 80% 以上の株を同定とした。その結果、42.2% (54 株) が *E. faecalis*, 19.5% (27 株) が *E. faecium* 陽性を示した。また、*E. faecium* に関して陽性率が 80% 未満を示したものが 22 株あった。次に 128 株について PCR 試験を行った。その結果、*E. faecalis* に関して生化学試験法の結果と一致した。しかしながら、*E. faecium* は 7 株だけが陽性を示した。また生化学試験法で *E. faecium* の陽性率が 80% 未満であった株に関して PCR 試験を行うと 14 株中 11 株が陽性であった。*E. faecium* に関して、生化学試験法と PCR による同定試験結果に食い違いが生じたため、14 株を選択し 16S rRNA 系統解析を行った。その結果 13 株が *E. faecium* の単系統群であった。14 株中 11 株が PCR 試験によって陽性を示したものだ。生化学試験法で陽性であった株が 6 株あったものの、7 株が陽性率を満足しない株であった。以上の結果から、PCR 試験法は *E. faecalis* について迅速かつ正確に同定する手段として有効であることがわかった。

第 98 回雑誌会

(Jun 25, 2010)

(1) 感染症の分子疫学 - パルスフィールドゲル電気泳動法による病原細菌の型別 -

一山 智

日本細菌学雑誌 55(1), 21-27, 2000.

レビュー：林 みゆき

新たな病原微生物の登場，高齢者や慢性疾患患者の増加，薬剤耐性菌による院内感染症の問題など，感染症を取り巻く環境は変貌している。感染症の疫学は，感染症の存在，流行形式，感染経路，病原体保菌者の存在などを調査し，疾病の予防に貢献することを目的とする。そして分子疫学と呼ばれる遺伝型に基づく疫学的解析は，病原微生物の遺伝情報を解析することで，菌種の同定，菌株の識別を行い，菌の遺伝型と病態との関係を理解することが可能である。本研究では，パルスフィールドゲル電気泳動法 (PFGE) によるゲノム DNA の制限酵素切断パターンを中心に，これまで行った感染症の臨床疫学的アプローチについて述べる。

メチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (*Methicillin-resistant Staphylococcus aureus*: MRSA) の院内感染の感染経路の解析は，細菌の表現型によって行われてきた。これは詳細な菌株型別ができないなどの欠点があり，PFGE による DNA 型別はこのような欠点を補うものである。そこで，1990 年，名古屋大学病院で起きた MRSA 院内感染の集団発生の疫学的解析に PFGE 法を応用した。2～9 月に 18 名の MRSA 感染症患者の発生があり，うち 17 名が手術後感染であった。それぞれの患者から分離された MRSA を PFGE によって型別したところ，9 種類のタイプに分類された。そのうちの 4 種類のタイプの MRSA が，ICU および外科系 4 病棟に入院していた 13 名の患者から分離された。そして 13 名の入院場所，MRSA の DNA 型などから，それぞれの病棟で複数の患者に特定の MRSA が感染していることがわかった。また *Mycobacterium kansasii* については，中国地方で検出された 15 株が岡山県の工場に勤務する 11 名より分離されたことから，工場内の埃や工業用水などから勤労者に感染した可能性が示唆された。PFGE による制限酵素切断パターンは，MRSA や *M.kansasii* だけではなく，ほとんどすべての病原細菌，抗酸菌，および真菌に適応することができる。

(2) プール水を介したクリプトスポリジウム症集団発生事例

高木 正明, 鳥海 宏, 遠藤 卓郎, 山本 徳栄, 黒木 俊郎
感染症学雑誌 82(1) : 14~19 (2008).

レビュー：瀧田 敏之

クリプトスポリジウム症は、クリプトスポリジウム (*Cryptosporidium* spp.) のオーシストを経口摂取することで感染する下痢症の一つである。特に、感染形であるオーシストは、塩素等の化学薬品による消毒に対し強い抵抗性を示すことが知られている。したがって、水系を介した集団感染が発生しやすく、欧米では水泳プールなどのレクリエーション水を介した発生事例が多く、問題となっている。しかしながら、我が国では発生事例の報告がない。そこで本研究では、平成16年8月下旬に長野県北信地方で起きた水系クリプトスポリジウムの集団感染が確認された事例を報告する。今回発生原因の究明のため、聞き取り調査と微生物学的検査（顕微鏡検査、遺伝子解析）を行った。

聞き取り調査の結果、同時期の宿泊施設の利用客は12グループ、592名で、そのうち4グループ（Aスポーツ222名、C大25名、D大32名、E高9名）で288名の発症者が確認された。これら発症グループはプール（Aスポーツ）、体育館（C大、D大、E高）を利用しており、プールや体育館の利用中に暴露した可能性が高いことがわかった。そこで、プールと体育館の微生物学的検査を行った。プールにおいて、クリプトスポリジウムが検出された。また、体育館では、プールを利用したAスポーツの1名が体育館の便所前で下痢便を失禁し、その清掃の際に、手洗い場の流しを使用していた。その体育館において便所前の糞便汚染部位の床材や清掃の際に用いたタオルを検査したところ、クリプトスポリジウムが検出された。体育館のみの利用で感染者が発生したC大、D大、およびE高の利用者は、糞便汚染個所の周辺を利用し、感染が拡大したと強く示唆される。さらに、PCRを用いたクリプトスポリジウムの遺伝子解析の結果、当該事例では体育館利用者、プール利用者、および糞便汚染場所から検出したクリプトスポリジウムは、遺伝子型が一致しており、単一の汚染源であることが強く示唆された。

(3)スラグと腐植物質による磯焼け回復技術に関する研究

山本 光夫, 濱砂 信之, 福嶋 正巳, 沖田 信介, 堀家 茂一, 木曾 英滋, 渋谷 正信, 定方 正毅

環境技術 **85**, 971-978 (2006).

レビュー：濱崎 祥大

現在, 日本及び世界各地において磯焼けが発生し, 漁業に深刻な影響を与えている。磯焼けが発生する原因としては様々挙げられるが, 主なものとして海水温の上昇や, ウニの食圧によるものが挙げられる。しかしながら, 北海道の日本海側においては, 磯焼け海域の鉄濃度が極端に低くなっており, 鉄濃度が磯焼けの原因の一つとして寄与している可能性がある。海水中では, 溶出した鉄(II)は, 海水中の溶存酸素の影響などで速やかに酸化され, 鉄(III)へと変化して水酸化物コロイドなどとして沈殿することが考えられるため, 溶存鉄(II)の増加が課題である。そこで本研究では, 製鋼スラグからの鉄の溶出特性を調べるために, 鉄の溶出実験を行った。また, 腐植物質の供給源としての堆肥試料の調整を行い, フルボ酸鉄の生成確認実験を行った。これらをもとに, 実際の磯焼け海域においてフルボ酸鉄を供給することにより, 海藻生育, そして磯焼け回復が可能であるかどうかを確認する大規模な実地試験を北海道増毛町にある舎熊海岸において行った。

製鋼スラグは初期溶出速度が $2.5 \times 10^{-7}(\text{g/g} \cdot \text{slug} \cdot \text{day})$ となっており, 製鋼安定化スラグに比べて 5 倍程度溶出速度が速い。しかしながら, 15 日を過ぎたあたりから, 製鋼スラグと製鋼安定化スラグの溶出速度は同程度となっており, 90 日が経過した後も一定して鉄の溶出が確認されていることから, 製鋼スラグ, 製鋼安定化スラグともに磯焼け海域における鉄の供給源と成り得る可能性が高いことが示された。また, 堆肥試料 3.5g から 0.1MNaOH 水溶液 250ml で HS を抽出し, その全有機炭素量(TOC)を分析した結果, HS 分画中には 734mg/l, その中で FA に相当する TOC は 216mg/l と測定され, TOC 測定から FA の存在を確認することができた。さらに, 木材チップ由来の堆肥と製鋼スラグの組み合わせにより, 磯焼け回復のためのフルボ酸鉄を供給できる可能性が高いことが示された。これらの結果をもとに行った実地試験では, ユニット設置地点から 25m 離れた地点においてコンブが繁茂していることが確認され, また 50m の地点でも海藻が生長していることが確認された。

第 99 回雑誌会

(July 2, 2010)

(1) ダム排砂時のアユのエラに認められた粘土鉱物

岡崎 和江, 白木 康一, 松島 唯志, 今西 弘樹 野村 正純, 森井 一誠

脇本 理恵

粘土科学, **46** (1) 40-45(2007)

レビュー: 川野 翔

富山県黒部川に設置されている出し平ダムにおいて、湖底堆積物の排砂および通砂が 1991 年 (平成 3 年) から毎年行われている。そして、排砂や通砂によって引き起こされる河川の濁水化は、アユの生態系に影響を及ぼすため問題となっている。例えば、2005 年の排砂では、約 1500 万円を投じた放流アユの 99.9%のアユが死亡した。黒部川ダム排砂評価委員会は、ダムの出水後では、アユの採捕尾数が減少し、さらに大きな出水直後では石の表面の珪藻類が剥離され、アユの胃充満度が低下するということを報告している。しかしながら、出し平ダムの堆積土砂を使った試験は行っていないうえ、SS 濃度に対するアユの直接的影響については不明である。そのため、本研究では、2006 年 7 月 2 日の排砂時に採取した濁水の懸濁物質と黒部川で行われたアユの濁水に対する耐性実験結果に焦点を絞り、死んだアユのエラおよび胃腸の内容物を観察・分析し、ダム堆積物と比較した。

黒部川にかかる JR 鉄橋上流の右岸と左岸において、それぞれ 50 尾のアユを塩化ビニールの網を張った三重構造の鉄格子コンテナに入れ、アユの耐性実験を行った。生態の異なる魚種と比較するために、それぞれのコンテナの中にヤマメ 15 尾、イワナ 25 尾も入れた。その結果、アユとイワナはそれぞれ 100 尾と 1 尾が死亡した。ヤマメはすべての固体が生存した。電子顕微鏡観察によって、死亡したアユのエラに微細な粘土粒子や石英や長石類の鉱物粒子が詰まっていることが明らかとなった。このことから、アユはダムの排砂による泥水には非常に弱いことがわかった。また、死んだアユを解剖し、X 線粉末回析および走査型電子顕微鏡観察を使いアユのエラおよび胃腸の内容物、堆積物を比較した結果、類似した分析結果を示したため、この 3 者が同一のものであることが示唆された。

(2)漁港で利用される海水の細菌学的調査

横山 純, 笠井 久会, 森 里美, 林 浩志, 吉水 守

日本水産学会誌 **76(1)**,62-67 (2010) .

レビュー：甲斐 竜輔

日本では魚介類を加熱処理しないで食する食習慣があり、鮮度管理はもちろん、生鮮物の微生物繁殖防止についても注意を十分に払う必要がある。しかしながら、水産物について、漁獲から加工に至るまでの過程での衛生管理への取り組みはいまだ体系化されず、生産地が独自に基準を定め取り組んでいるのが実情である。そこで、本研究では漁獲から加工に至るまでの過程を担う漁港での作業について、その環境の細菌学的実態を把握することを目的として、全国の漁港の中から、北海道の羅臼漁港と標津漁港、本州の静岡県由比漁港、九州の福岡県博多漁港を選定して調査を行った。調査にあたっては、漁港での細菌類の増殖および混入の可能性が高い、海水温の高くなる8月から10月を対象期間とした。また、水温帯の違いや海域特性を考慮するため、北海道、本州、九州から各調査対象地を選定し、漁港内海水および作業場環境としての岸壁や荷捌所内の細菌数を調査した。

各漁港の水質は、水温が地点ごとに14.5℃から28.5℃と大きく異なった。しかしながら、溶存酸素量は各漁港において港口部で高く、港奥で低くなる傾向がみられた。これに対して、各漁港のT-Nは港口部で低く、港内では高かった。pHは7.8~8.5、塩分濃度は2.5~4.0%の範囲であった。漁港内の海水の生菌数は、海水平板培地ではいずれの漁港も、海水1mLあたり $10^2 \sim 10^5$ CFUの値を示し、また港口と港奥部を比較すると、港奥部の方が高い値を示すなど、地域差は見られなかった。大腸菌については、羅臼漁港の10月期を除いて、いずれの漁港内海水からも3~330MPN/mL検出された。大腸菌は、通常の水質中の増殖能は高くないと推察されるが、海水質中の大腸菌の挙動は今後詳細に検討する必要がある。*Vibrio parahaemolyticus*菌数は、由比漁港と博多漁港の港内海水からのみ測定された。博多漁港では、海水温で27℃程度と同様の条件下にあった由比漁港と比較して*V. parahaemolyticus*菌数が高く、240MPN/100mLの値を示した。さらに、SSとCOD値は、各地点の港口の海水でも水産用水基準値を上回る結果となった。SSとCOD値については、衛生面で直接危害が生じるものではないが、食品としての水産物を扱う海水の水質として、海水の水質基準を再整理する必要があると考えられる。

(3) 扇状地河川における出水時の硝酸イオン流出～水の酸素安定同位体比を用いた検討～

中村 高志, 風間 ふたば

水環境学会誌 **33**, 11-16 (2010).

レビュー：福田 彩子

近年、閉鎖性海域の富栄養化の原因となる陸域からの窒素流出が問題となっている。森林流域では人為起源の窒素酸化物降下量の増加に伴う窒素流出量の増加、扇状地や平野部を含む流域では都市の生活排水や農地に散布される肥料中の窒素の溶脱も指摘されている。さらに、降雨や融雪に伴う出水時において、流域からの窒素流出量が一時的に増大することが知られている。現在世界各国では、出水時の河川水についてその水の起源を推定する試みとしてハイドログラフ分離法による研究が行われている。それらの推定から、出水時の河川水のほとんどが流域内の基底流出によるという結論が大多数を占めている。基底流出とは、河川に流出する成分のうち、地下の比較的深いところを通過した後に湧きだした水のことを示す。したがって、河川水への窒素負荷において基底流出の影響は大きいと考えられる。しかしながら、現在のところ扇状地や平野部における河川の出水時の基底流出に伴う窒素流出特性について調査した例は少ない。そこで本研究では、甲府盆地東部に位置する扇状地河川である笛吹川流域において、水の酸素安定同位体比から得られる水文過程に関する知見に基づき、短期降雨に伴い流量が増加した際に負荷する硝酸イオンの流出特性について検討した。

対象河川の出水時における流量の約 87%が降雨前の水で占められており、残りの約 13%が降雨であった。したがって、出水時の河川水に占める降雨前の水の割合が極めて大きいことが示された。次に、河川水と集水域内の降雨の $\delta^{18}\text{O}$ 値の年変動パターンから、降雨前の水の起源は当該河川における基底流出であると考えられた。以上の結果より、当該河川の出水時の河川水は基底流出が占める割合が大きく、硝酸イオンの流出においても降雨起源の水による窒素負荷は比較的少なく、基底流出の影響が大きいと考えられた。

第 100 回雑誌会

(July 8, 2010)

(1) Adsorption of rotavirus and bacteriophage MS2 using glass fiber coated with hematite nanoparticles

Gutierrez, L., Li, X., Wang, J., Nangmenyi, G., Economy, J., Kuhlenschmidt, T. B., Kuhlenschmidt, M. S. and Nguyen, T. H

Water Research, **43**, 5198-5208 (2009)

Reviewed by T. Kobayashi

病原性腸内ウイルスは、人間の体内に入ると、下痢や麻痺などの症状を引き起こすものとして知られている。ゼロ価の鉄や水酸化第二鉄でコーティングした砂を充填したカラムを用いることによって、効率的にウイルスを除去することができることが報告されている。ヘマタイト（酸化鉄（Ⅲ）の鉱物）ナノ粒子でコーティングしたガラスファイバーは、有害な消毒副産物を生成しないため、水処理の一つの装置として使うことが可能と考えられる。そこで本研究は、種類の異なるバッチ試験および連続試験により、ヘマタイトナノ粒子でコーティングしたガラスファイバーによる、ロタウイルスとバクテリオファージ MS2 の除去評価を検討した。

1mMのNaCl溶液を用いたバッチ試験の結果、MS2はヘマタイトナノ粒子の濃度が0.043g/Lの場合では、2.0logの除去率であった。ロタウイルスは粒子濃度が0.26g/Lの場合、1.5logの除去率であった。一方、1mMのNaHCO₃溶液では、ヘマタイトナノ粒子の濃度をMS2で0.43 g/L、ロタウイルスで0.650 g/Lまで増加させることにより、ウイルスを除去することが可能であった。このことから、ヘマタイトナノ粒子は競合物と吸着しやすいことが示唆された。1mMのNaCl溶液を用いた連続実験の結果、MS2はヘマタイトナノ粒子の濃度が0.060g/Lの場合、4.0logの除去率であった。有機物を含む帯水層地下水と人口地下水を用いた連続実験の場合、ロタウイルスの除去率は4.0logであった。透過型電子顕微鏡の画像から、MS2はヘマタイトナノ粒子表面に吸着されていることが確認されたが、ロタウイルスの吸着は確認されなかった。

(2)Contribution of treated wastewater to the contamination of recreational river areas with *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis*

Castro-Hermida, J. A., Garcia-Preledo, I., Almeida, A.,
Gonzalez-Warleta, M., Manuel, J. C. D. C., and Mezo, M.
Water Research, **42**, 3528-3538 (2008).

Reviewed by A. Hiramatsu

Cryptosporidium spp. と *Giardia duodenalis* は、世界中の人々や動物に下痢を引き起こす原生動物類であり、原生動物類による水系感染症の主な原因である。感染宿主は、ふん便とともに大量の *Cryptosporidium* spp. oocysts と *G. duodenalis* cysts を排出し、環境汚染が広がっていく。さらに、*Cryptosporidium* spp. oocysts と *G. duodenalis* cysts は、通常の水処理プラントでは処理されにくく、処理プロセスを通り抜け、表層水（飲料水源、河川、レクリエーション水域）へ混入する可能性がある。そこで本研究では、生活排水の処理プラントにおける、流入水と放流水に含まれる *Cryptosporidium* spp. oocysts と *G. duodenalis* cysts の濃度の調査を行った。さらに、分子アッセイの遺伝子学的手法によって種類と遺伝型を調べた。

試料は、2007年の春、夏、秋、および冬それぞれの期間で、排水処理プラントの流入水と放流水を12のプラントから25~50L採取した。*Cryptosporidium* spp. oocysts と *G. duodenalis* cysts とも、年間を通してすべての処理施設の流入水と放流水から検出された。12の排水処理プラントの流入水における *Cryptosporidium* spp. oocysts と *G. duodenalis* cysts の平均濃度は、6~350 oocysts/L と 89~8305 cysts/L の範囲であった。放流水中では、*Cryptosporidium* spp. oocysts は2~390 oocysts/L、*G. duodenalis* cysts は79~2469 cysts/L の範囲であった。また、季節毎の結果では、すべての処理施設で春と夏に高い値を示した。さらに、分子アッセイの遺伝子学的手法によって、*Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium andersoni*, *Cryptosporidium hominis* の3種類と *G. duodenalis* の遺伝子配列を調べA-I, A-II, Eの遺伝子型の存在が確認された。

(3) Current and future trends in fecal source tracking and deployment in the Lake Taihu Region of China

Hagedorn, C. and Xinqiang, L.

Physics and Chemistry of the Earth, in press (2010)

Reviewed by T. Furukawa

ふん便汚染源追跡 (Fecal Source Tracking, FST) の確立によって、広範囲におけるふん便汚染のモニタリングが可能、リスクアセスメントモデルの構築、および汚染物質負荷を低減させるための適切な管理について、大きく寄与できる。現在、さまざまな手法が FST として用いられているが、本論文では FST における手法および指標細菌・ウイルスに関する重要なレビューについてまとめた。さまざまな手法および指標細菌・ウイルスが FST の対象として研究されているが、研究者によって、FST に関する研究を始める際は、調査対象エリアにおいてどの手法、どの指標細菌・ウイルスを選定するかが非常に重要な問題となっている。FST の研究は発展途上の研究であり、各種法のさらなる比較研究、感度・再現性・正確性に関するアセスメント、および標準法の確立が求められる。

今日の中国は、急激な経済成長、産業化、および都市化によって、水供給および水処理システムの十分な整備が追い付かず、水環境汚染が進行している。多くの人々が安全な水の利用ができず、水環境汚染に関連して、人口の 75% が発病し、そのうちの 10 万人近くが死亡する危険性があると推測されている。中国の水環境は危機にひんしており、新たな水質管理システムの開発 (ふん便汚染源追跡も一例) し、早急な水源水質の改善が必要である。