

第1回雑誌会

(May 27, 2005)

Self-organization of dissolved organic matter to micelle-like microparticles in river water

Kerner, M., Hohenberg, H., Ertl, S., Reckermann M. and Spitzzy, A.

Nature 422, 150-154 (2003).

Reviewed by Y. Suzuki

河川水の溶存有機物 (DOC) は、細菌によって摂取・同化されることによって粒子化され、この細菌を微細原生動物が摂取することによって、河川・水環境における生態系の基礎生産が支えられている。したがって、溶存有機物の細菌による粒子化、そして微細原生動物への利用に至る微生物的なループ (経路) 'microbial loop' は、生物生産を支配する重要な食物連鎖網のループである。しかしながら、河川水の DOC の非生物的な粒子化が生じるとすれば、微細原生動物に利用される可能性があり、新たなループの存在も否定できない。

本研究では、滅菌濾過河川水 (Elbe 川, ドイツ) を緩速混合し、濾過することによって溶存態と懸濁態に関する詳細な分析を行い、河川水に含まれる DOC による非生物的微粒子の生成能力について検討した。10 日間の攪拌混合によって、河川水中の DOC の 25% が非生物的な凝集によって微粒子化された。この非生物的微粒子は、粒径 $0.4\sim 0.8\ \mu\text{m}$ であり、粒子の生成速度は細菌と同等であった。NMR スペクトルと TEM 電子顕微鏡写真による解析から、河川水中の DOC は自己凝集によって、生物体内に存在するリボソーム様のミセル様微粒子を非生物的に形成することがわかった。このミセル様微粒子の化学組成は、細菌と極めて類似した化学組成で構成されており、微細原生動物の増殖を支配する餌として利用できる。これらの結果から、DOC の非生物的微粒子が直接的に微細原生動物に利用される新たなループが見出された。非生物的微粒子とピコプランクトン (微細原生動物) の安定同位体 $\delta^{13}\text{C}$ 比からもこの新ループの存在が支持された。水圏生態系システムにおける炭素消費・循環において、新ループを考慮した検討が今後必要となる。

第 2 回雑誌会
(June 3, 2005)

Comparison of bacterial indicator analysis methods in stormwater-affected coastal waters
Noble, R.T., Leccaster, M.K., McGee, C.D., Weisberg, S.B., Ritter, K.
Water Research 38, 1183-1188 (2004).

Reviewed by N.Hanagasaki

membrane filtration (MF 法) と multiple tube fomentation (MTF 法)は、海水浴場等の Recreational waters の汚染指標細菌の測定に数十年間用いられてきた。しかし、測定時間が長い、また特に MF 法は、ハイレベルの懸濁物質を含む場合の測定などの問題点があった。そこで、chromogenic substance (CS 法)という新しい方法が、近年、注目されている。CS 法は、18h という短時間で分析できる。(従来法 24h~96h) CS 法、MF 法及び MTF 法の比較についてはこれまで検討されてきた。しかし、これまでの検討は、晴れた日 (dry whether) に行なわれていた。南カリフォルニアでは、雨天時に沿岸水域の水質が著しく変化しやすく、雨天時における細菌調査が重要であるといえる。

本研究では、27~77mm の降雨の翌日、南カリフォルニアの沿岸水域 108 ヶ所を調査対象とし、糞便性指標細菌 (大腸菌群数、糞便性大腸菌群数、腸球菌) を、CS 法、MF 法及び MTF 法で測定した。CS 法は、すべての指標細菌について MF 法、MTF 法と高い相関関係が確認された。また、糞便性大腸菌群数の 88% が E.coli であることが示唆された。限界値分析を行なった結果、すべての指標細菌について、カリフォルニア州沿岸水域の水質基準評価に 90%以上合致した。このことから、今後、糞便性指標細菌の調査において、従来法から CS 法へ変わるのではないかと考えられる。

第3回雑誌会
(June 10, 2005)

蛍光分析法による水道水の評価

海賀信好, 中野壮一郎, 手塚美彦, 石井忠浩
水環境学会誌, 22 (1), 54-60 (1999)

レビュー: 内田千暁

水道水中の溶存有機物は従来, 水の有機汚染状況を評価する簡便な方法として, 紫外外部吸収法が, 有機化合物含量を把握する方法として, 過マンガン酸カリウム消費量利用されてきた。しかし, 分析頻度の増加に従い, 少量の試料で水道水質を簡単に比較できる方法の開発が必要である。

これまでの研究において, 蛍光分析法を用いて水道水中の溶存有機物を測定した結果, 紫外外部吸収がほとんど認められないにもかかわらず, 励起波長 345nm, 蛍光波長 425nm においてスペクトルのピークが認められた。

そこで本研究では, 比較的簡単な蛍光分析法で水道水に微量に含まれる蛍光物質を検出し, その物質の生成由来について検討を行った。

励起, 蛍光スペクトルの測定により, 水道水中に含まれる塩化フルボ酸の存在が確認できた。日本全国の水道水の調査では全国的に大都市近郊において強い蛍光強度が検出された。また, 水道水中の蛍光強度が高いほど, 浄水工程でトリハロメタン, TOX が多く生成される可能性が高いことが示唆された。このことから, 塩素処理前における蛍光測定は, トリハロメタン生成能, TOX 生成能に関係した指標として利用できる。塩素処理プロセスの前段階においてオゾン処理と, 生物活性炭処理を行うことによって, 蛍光強度, トリハロメタン生成能の低い水となることがわかった。

第3回雑誌会
(June 10, 2005)

Measurement of protein-like fluorescence in river and waste water using a handheld spectrophotometer

Baker A., Ward D., Lieten H. S., Periera R., Simpson C. E., Slater M.

Water Reseach 38, 2934-2938(2004)

Reviewed by T. Nakamura

河川水や汚水に多く存在する溶存有機物 (DOM) は、紫外線域での強い吸収と同様に蛍光発光する。以前の研究では、下水や農場排水から流入する人為的溶存有機物の増加に伴って、タンパク質様蛍光強度が増加することが明らかとなった。励起蛍光マトリックスにおいて、タンパク質様蛍光域は、トリプトファン様蛍光域と同じ場所に存在する。つまり、トリプトファン様蛍光強度が高い水は人為的汚濁が進んでいると言える。このようなことから、河川における下水汚濁の検出に、蛍光分光測定法は利用できる。しかしながら、卓上型の蛍光分光光度計は、実験室での分析のためにサンプルを持ち帰らなければならないということから、時間を消費し、サンプルが劣化するという問題点がある。敏速な技術 (結果を得るのに 1 分以下) と結びつけた現場ベースの携帯型蛍光分光光度計は、河川の汚染および迅速な改善を可能にし、処理場プロセス制御内では、処理プロセスの異なる段階で汚水水質変化を調査する目的で使用することができるだろう。そこで本研究では、卓上型蛍光分光光度計と携帯型蛍光分光光度計を用いて河川水や汚水等のトリプトファン様蛍光強度を測定し、両者間の相関性を検討した。

汚水や下水は最も高いトリプトファン様蛍光強度、都市河川水は中間のトリプトファン様蛍光強度、河川上流部のきれいな河川水は最も低いトリプトファン様蛍光強度を有するということが確認された。卓上型蛍光分光光度計で測定したトリプトファン様蛍光強度と携帯型蛍光分光光度計で測定したトリプトファン様蛍光強度の間には相関関係が見られ、両者の間の相関係数は 0.91 であった。以上の結果から、携帯型蛍光分光光度計を用いることによって、河川水や汚水のトリプトファン様蛍光強度が測定できることから、敏速な汚濁モニタリング手段や汚水水質変化の調査手段として有効であることが明らかとなった。

第3回雑誌会
(June 9, 2005)

An integrated photobioreactor and foam fractionation unit for the growth and harvest of *Chaetoceros* spp. in open systems

Csordas, A. Wang, J. K.

Aquacultural Engineering 30, 15-30 (2004).

Reviewed by T. Takeshima

遠心分離による大量培養からの細胞の分離・回収はコストと時間のかかるプロセスであるため、代替として優れた分離・回収方法の開発が必要とされている。泡沫分離は、多くの細胞を回収できる技術であり、特に遠心分離に要する時間を短縮化できる可能性が高い。しかも、泡沫分離装置は比較的安価であり、維持が容易である。ここで本研究では、開放型のパイロットプラント(露地栽培)として、photobioreactor と泡沫分離装置を組み合わせたシステムを用いて、海産珪藻 *Chaetoceros* spp. の分離・回収に影響を及ぼす主要因の最適条件を実験的に決定することを目的とした。

実験システムは生長槽と泡沫分離装置を導入した容量 220L であるガラス繊維の photobioreactor から成っており、このシステムを 8 基用いた。野外の開放型システムにおいて、収穫までの期間、泡のサイズ(BS)、空気流率 (AFR)、細胞密度 (CD)、越流の高さ (OH)、pH および泡沫分離継続時間 (RT) の項目について検討した。なお、珪藻培養において、凝集剤および界面活性剤は添加しなかった。実験は乾燥重量、収穫効率 (HE)、泡量集積に上述の検討項目がどのような影響を与えるかをみるために実施された。泡沫分離の稼働時間 30 分の場合において、泡沫放出量が全装置容量の 12% 以下で収穫効率が 90% 以上という結果が得られた。これらの結果から、泡沫分離装置は *Chaetoceros* spp 珪藻収穫に実用的なプロセスの機能を有していることが明らかとなった。

第4回雑誌会

(Jun 17, 2005)

三次元分光蛍光光度計による天然水腐食物質の蛍光特性の直接測定法

長尾 誠也, 鈴木 康弘, 中口 謙, 妹尾 宗明, 平木 敬三

BUNSEKI. KAGAKU 46, No.5, 335-342 (1997).

レビュー: 古川 集士

腐植物質の元素組成等は、その起源となる物質の特性、形成される環境により異なるため、物質の挙動に及ぼす腐植物質の影響を評価するには、腐植物質の特徴を把握する必要がある。本研究では、河川水、湖水、海水、間隙水等の天然水に含まれる腐植物質の三次元励起-蛍光スペクトルについて、天然水の化学特性（腐植物質濃度、pH及びイオン強度）の影響を把握するとともに、天然水から濃縮した腐植物質の測定結果と比較し、直接測定の妥当性と適用可能な化学特性の範囲を検討した。

実験の結果、フミン酸 (HA)、フルボ酸 (FA) にはそれぞれ腐植物質の構成有機物、官能基の違いを起因とした三次元の蛍光特性の特徴が現れ、この特徴が溶存腐植物質の特性評価手法として有効であることが示された。HA, FA 濃度は 10mg/L 以下において、蛍光強度は腐植物質濃度を反映した。pH は、天然水の pH 範囲 6~9 では直接測定における pH の影響が無視できることがわかった。イオン強度は、天然水ではその大小によってピーク強度に違いが出る可能性があるが、陸水と河川水では、イオン強度の影響を無視できることがわかった。直接測定法は、濃縮したものと直接測定したものとでは、励起、蛍光波長ともに大きな差はなく、三次元的なスペクトル形状も似ていることから妥当であることが示唆された。また、天然水試料においても FA 様のピークを確認することができ、直接測定結果が腐植物質を検出していることを示した。以上のように、直接三次元励起-蛍光スペクトルが腐植物質の有効な分析手法として位置づけることができる。

第 5 回雑誌会

(June 24, 2005)

(3) Influence of inter-annual variations in climatic factors on fecal coliform levels in Mississippi Sound

Chigbu, P., Gordon, S., Strange, T.

Water Research 38, 4341–4352 (2004).

Reviewed by N. Hanagasaki

糞便性大腸菌群数は水環境における腸内病原菌の指標である。沿岸水域に汚染された糞便性大腸菌群は、死滅や沈殿により時間とともに減少し、沈殿後、潮位の変化、風及び浚渫などの因子により再懸濁されることがわかっている。しかし、沿岸水域における気候因子による糞便性大腸菌群数の経年変化の影響に関する情報は乏しい。

そこで本研究では、1990～2001年の11年間の10月～4月にかけて、ミシシッピ河口における糞便性大腸菌群数、塩分濃度、水位、水温、降雨量を調査し、1991～1992年、1997～1998年のエルニーニョ現象の影響を受けた糞便性大腸菌汚染について検討した。エルニーニョ現象は、ミシシッピ河口のパール川の水位と水質に大きな影響をもたらした。糞便性大腸菌群数の年相乗平均は、エルニーニョ現象の起きた1991～1992年が最も高く、14.2 MPN/100mLであった。また、ラニーニャ現象の起きた1999～2000年が最も低く、1.8 MPN/100mLであった。糞便性大腸菌群数と塩分濃度、水温は逆相関の関係にあった。一方、糞便性大腸菌群数と総雨量、水位は正相関の関係にあった。このデータは、貝類を消費する人々を守るための、貝類が生息する水域の水質評価に役立てることができる。

第 5 回雑誌会

(June 24, 2005)

(2) Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California

Paez-osuna, F., Guerrero-galvan, S, R. and Ruiz-fernandez, A, C.

Marine Pollution Bulletin 38, 585-592 (1999).

Reviewed by T. Takeshima

本研究では、メキシコ北西の湾周辺におけるエビ養殖場から発生するリンと窒素の負荷量から、物質収支を算出した。1993年のリンと窒素の負荷量は、それぞれ345t/yearと1,209t/year、1998年では、それぞれ834t/yearと2,903t/yearと見積もられた。これらの負荷量は、沿岸水域周辺から発生するリンと窒素の総量に対して、1993年ではそれぞれ0.7%と1.3%、1998年では1.7%と3.1%に相当した。1998年の農業から発生する栄養塩の配分は、リン26,714トン、窒素53,476トンであり、リンと窒素の総量のそれぞれ54.9%と57.7%に相当した。農業・養殖業以外から発生するリンは1,730トン、窒素は3,806トンであり、農業・養殖業以外から発生するリンと窒素の総量の3.6%と4.1%に相当した。養殖業から発生する栄養塩の負荷量は、養殖業以外から発生する栄養塩の負荷量と比較すると少ないが、沿岸域の生態系への局所的な悪影響は重大であると考えられるため、規制する必要がある。

第 5 回雑誌会

(June 24, 2005)

(1). Treatment of oil-in-water emulsions by coagulation and dissolved-air flotation

Zouboulis, A.I., Avranas, A.

Colloids and Surface A 172, 153–161 (2000).

Reviewed by M. Agari

廃水中に含まれるエマルジョンは、静電的反発力により直径が数マイクロメートルの油滴であり、処理困難な廃水である。通常、エマルジョンを含んだ廃水の処理法として、加圧浮上法 (DAF) が使用されるが、効果的な条件が得られていない。

そこで本研究では、n-オクタンを用いた模擬原水により、エマルジョン化した油水分離について凝集・加圧浮上試験をおこなった。原水作成時の条件として、非イオン界面活性剤 Tween 80 の添加の有無について、処理・注薬条件として、pH 値、カチオン系、アニオン系有機高分子凝集剤、または塩化第二鉄の注入率、オレイン酸ナトリウムの注入率、および循環比について検討した。結果を解析するためにエマルジョン化した油滴のゼータ電位を測定した。

DAF によるエマルジョン廃水の処理において、高分子凝集剤は浮上効率を高める機能を示さず、一方、凝集剤として塩化第二鉄を添加した場合には極めて有効であった。原水に Tween 80 が存在する場合には、必要となる鉄塩凝集剤の注入率が増加した。油分離に関して Tween 80 の存在が阻害する要因となることが明らかとなった。実験により得られた DAF の最適条件は、循環比 30%、pH 6、鉄塩凝集剤注入率 100mg-Fe/L およびオレイン酸ナトリウム注入率 50 mg/L であり、原水油分濃度 500mg/L から 30mg/L (除去率 95%) まで除去できる。

第 6 回雑誌会

(July 1, 2005)

(2) Identification and Quantification of Estrogen Receptor Agonists in Wastewater Effluents

Snyder, S. A., Villeneuve, D. L., Snyder, E. M. and Giesy, J. P.

Environmental Science & Technology 35, 3620-3625 (2001).

Reviewed by T.Nakamura

エストロゲン受容体作用物質またはエストロゲン受容体抑制物質は、体内のホルモンを模倣したり、または妨害するという悪影響を有する。エストロゲン受容体作用物質であるノニルフェノール(NP)、ノニルフェノールエソキシレート(NPEs)、オクシルフェノール(OP)、合成あるいは天然ステロイド等は、下水排水中に存在し、水生生物に生物群レベルの悪影響を引き起こすと言われている。これらのエストロゲン受容体作用物質測定には、機器分析による定量が行われてきたが、機器による分析は特定の物質のみを測定するということから、サンプル水中に存在するエストロゲン受容体作用物質の総合的な評価は難しい。そこで本研究では、機器と MVLN バイオアッセイの組合せを用いて、下水排水や環境水中におけるエストロゲン受容体作用物質の総合的な評価を行うこととした。

MVLN バイオアッセイにより測定された MVLN 細胞反応の程度は、既知の濃度と相対活性度から推測された反応の程度より低かった。このことから、MVLN バイオアッセイにおいて細胞反応を妨害する物質が存在していたことが示唆された。また、E2 と EE2 が下水排水中や環境水中における主要なエストロゲン受容体作用物質であるということが分かった。

第6回雑誌会

(July 1, 2005)

(1) エルトール型コレラ菌の環境における動態について

—特に海水・河川水および都市排水中での消長—

矢島博巳

日本医科大学雑誌 49, 791-798 (1982).

レビュー：山下 裕大

19世紀から20世紀にかけて、アジア型コレラ菌が世界中に流行していた。1937年頃、インドネシアでエルトール型コレラ菌が土着していることが認知され、それ以降、エルトール型コレラ菌は瞬く間に全世界に波及し、現在ではアジア型コレラ菌に変わって世界的な流行をもたらしている。我が国においては、水を中心とする生活環境からエルトール型コレラ菌がしばしば検出されている。しかし、エルトール型コレラ菌の生態学的研究はまだその報告は少なく、その挙動は分かっていない。そこで、エルトール型コレラ菌の自然界における消長、および我が国の流行の可能性について、都市水系と沿岸海水におけるエルトール型コレラ菌の動態を明らかにすることを目的として、下水、河川水、水道水及びそれらの流入する沿岸海水について生存菌数の消長を観察した。また、エルトール型コレラ菌の生存に影響を及ぼす各要因についても検討した。

エルトール型コレラ菌は、海水において他試料水（下水、河川水、水道水）と比較して生存期間が長く、また、塩分濃度を変化させた実験においても2%, 3%, 1%, 4%の順に経時的な増殖量が多く、実際の海水中の塩分濃度（2.4~2.8%）に近いほど、増殖速度が速いことがわかった。これらの結果から、従来のアジア型コレラ菌と同じく海洋性根源の細菌であることが示唆された。また、中性近くのpHで、高温期の方が生存期間が長いことが示された。ただし、水中に他の菌が共存している場合には、他の菌により生存を抑制され、自然水にはコレラ菌を殺菌または生存抑制の効果があることが示唆された。しかしながら、エルトール型コレラ菌は、アジア型コレラ菌と比較して、病原性は低いが感染力が強いことが推定されたため、変性しやすいコレラ菌が人への感染という場で、どのような動きを示すかについては多くの問題が残されている。

第7回雑誌会

(July 8, 2005)

(2) A hybrid flotation—microfiltration process for metal ions recovery

Matis, K.A., Lazaridis, N.K., Zouboulis, A.I., Gallios, G.P., Mavrov, V.

Journal of Membrane Science 247, 29–35 (2005).

Reviewed by M. Agari

重金属は通常、電気めっき、プラスチック製品、肥料、絵の具、鉱業および冶金の工程から発生する。毒性として、食物連鎖による生物組織への蓄積があり、極めて危険な影響が確認されている。これらの汚染リスクに対して、他の種類の廃水と混合する前に危険物質を処理する、部分的な予防措置がとられているが、今日においても新たな処理技術の必要性が増している。

そこで本研究では、浮上—精密ろ過を組み合わせた（ハイブリッド）プロセスにより2種類の金属イオン（銅またはクロム酸塩）の除去について検討した。このプロセスでは、膜の目詰まりを防止するために使用した気泡を、浮上装置において再利用した。また、コロイドを沈殿、あるいは吸着させる浮上技術を適用した。この研究は European Union(EU)の重金属に関するプログラムの一部を担っている。

界面活性剤、起泡剤および金属イオン濃度を変数とする連続実験により、界面活性剤あるいは起泡剤注入率が増加すると、膜通過後の圧力が低下する結果が得られた。金属イオンの除去に関して、原水の金属イオン濃度を50mg/Lとした場合、銅では0.5mg/L、クロムでは0.1mg/Lまで除去できた。経済的側面から評価すると、ハイブリッドシステムは、セパレートシステムと比較して低資金かつ低運転費であることが示唆された。

第7回雑誌会

(July 8, 2005)

(1) 琵琶湖湖水および流入河川水中の溶存有機物の分画

今井章雄, 福島武彦, 松重一夫, 井上隆信, 石橋敏昌

陸水雑誌 59, 53-68 (1998).

レビュー: 内田 千暁

本研究では, 琵琶湖北湖水および流入河川水を対象として, 疎水性—親水性, 酸性—塩基性の違いに基づいた DOC 分画を適用し, DOC 分画分布, および各分画の紫外部吸光度 (UV) : DOC 比を比較することにより, 溶存有機物の特性・起源を評価した。

琵琶湖湖水と流入河川水では, DOC 分画分布に有意な違いが認められた。湖水および河川水はともに, DOC 成分としてフミン物質と親水性酸が卓越し, 湖水では親水性酸, 河川水ではフミン物質の存在比が高いことが明らかとなった。また, 森林自然系河川ではフミン物質の存在比が極めて大きいことが明らかとなった。以上の結果から, フミン物質と親水性酸の比によって, 湖水と河川水, また流域特性の異なる河川水を溶存有機物の観点から区別できる可能性が示唆された。

UV : DOC 比のパラメータについても, 湖水と河川水で有意な違いが認められた。湖水の UV : DOC 比は親水性酸, 湖水 DOC, フミン物質の順に高くなった。湖水 DOC および湖水フミン物質の UV : DOC 比は既報の藻類由来とする値とほぼ同じ値を示し, 琵琶湖北湖水中の溶存有機物は主に藻類由来の内部生産由来であると推測された。河川水 DOC の UV : DOC 比は湖水よりも約 60% 高く, 土壌由来 DOC の影響が大きいと考えられた。しかし, 分離された河川水フミン物質の UV : DOC 比は河川水フミン物質としてはかなり低く, 湖水フミン物質の UV : DOC 比より顕著に高いものではなかった。特に都市系河川のフミン物質の UV : DOC 比は湖水フミン物質の比よりも低かった。これは, 人間生活由来の排水をかなり多く含むためと推察される。

(2) Occurrence of Stable Foam in the Upper Rhine River Caused by Plant-Derived Surfactants

Wegner, C., Hamburger, M.

Environmental Science & Technology 36, 3250–3256 (2002).

Reviewed by M. Agari

スイスの Schaffhausen にある滝の下流に位置するライン川において、過去 30 年にわたり夏季の数ヶ月間に難分解性の泡沫が観察された。泡沫の発生が確認されて以来、この現象は社会的な関心事であったが、過去における原因を特定する試みは、いずれも結論を得るまでには至っていない。

そこで本研究では、水と泡沫中のサポニン濃度について 1998 年と 2000 年に定期的に観察し、エレクトロスプレー-LC-MS により、河川水および採取した泡沫の分析を行った。また、タンパク質、フミン酸および合成洗剤のような界面活性剤の特性を備えた化合物の分析も行った。分析の結果、河川水、および泡沫中からトリテルペンサポニンと水生植物 *Ranunculus fluitans Lamk.* 中に代謝物 mono-galactosyldiacylglycerolipids (MGDAG) と digalactosyldiacylglycerolipids (DGDAG) が検出された。泡の発生は、サポニン濃度と上流部に位置する水力発電ダムに堆積した *Ranunculus* のまき上げ量に関係するが、水中の合成洗剤の濃度には関係しないことが示唆された。生態毒性について *Ranunculus* の組成、水、および泡沫に関して代表的な水中指標細菌を用いてバイオアッセイを行った。環境試料中のサポニン濃度より少なくとも 50-fold を超える場合においても、サポニンの急性毒性は確認されなかった。

第 8 回雑誌会

(July 15, 2005)

(1) 三次元励起・蛍光高法による沿岸域での溶存有機物の起源の推定

山口 善敬, 中口 譲, 秦野 善行, 荒木 祥子, 今中 麻幸代, 高柳 和史
坂見 知子, 紀本 岳志, 平木 敬三

日本海水学会誌 56, 47-56 (2002).

レビュー: 古川 隼士

三重県五ヶ所湾は、養殖業が盛んに営まれており、養殖魚用飼料の投入による有機物付加は、湾内の水質を悪化させる要因となっている。一方、陸域からの有機物質の搬入は、沿岸海域に負の影響だけでなく、正の影響も与える。特にフルボ酸鉄は、植物プランクトンなどの成長に必要であることが明らかにされている。沿岸域の有機物質は、沿岸環境および沿岸漁業に影響を与えるため、その起源を調査することは重要である。本研究は内湾における溶存有機物質の起源を解明することを目的とし、1999年11月および2000年6月の2回にわたって、五ヶ所湾の栄養塩、DOC および溶存単糖の定量、ならびに三次元励起・蛍光スペクトルの測定を行った。

栄養塩濃度は、2000年6月が1999年11月と比較して低くなった。これは、2000年6月においては植物プランクトン等の生物活動によって、湾内の栄養塩が活発に摂取されていたためと考えられる。これに対して、DOC 濃度および溶存単糖濃度は、2000年6月の方が1999年11月より高く、両者の間には相関性があった。一方、三次元励起・蛍光スペクトルの測定結果は、Peak A (励起波長/蛍光波長=305~325nm/400~420nm)、Peak B (励起波長/蛍光波長=345~365nm/450~470nm) および Peak C (励起波長/蛍光波長=275~280nm/345~355nm) の3ヶ所に蛍光極大ピークがあることがわかった。各ピークの起源を調査した結果、Peak A および Peak B は河川水中のフルボ酸、土壌から抽出されたフルボ酸のピーク位置と一致することから、陸水起源であると考えられた。これに対して、Peak C は、タンパク様物質に類似した蛍光特性を有しているバクテリア等の微生物起源であることが示唆された。

第9回雑誌会
(September 16, 2005)

(1) Phosphorus removal in a marine prototype, recirculating aquaculture system

Barak, Y., Cytryn, E., Gelfand, I., Krom, M., and van. Rijn, J.

Aquaculture 220, 313-326 (2003).

Reviewed by T. Takeshima

飼育水や汚泥を排出しない海水循環式システム内のリン動態を検討した。海水循環式システムは、2つの処理プロセスで飼育水処理を行った。第1プロセスでは、飼育水槽の表層水を対象とし、散水ろ床で処理後、飼育水槽へ戻した。第2プロセスでは、飼育水槽の底水を対象とし、沈殿池を通し、続いて流動床反応槽を通して循環させた。この海水循環式システムの主要な生物学的な特徴として、散水ろ床でアンモニア性窒素は酸化され硝酸塩となり、沈殿池と流動床反応槽で硝酸塩の減少とともに有機物は消化されることである。飼育水のオルトリン酸塩濃度はシステムを稼動して1年間以上、 $15\text{mg PO}_4\text{-P/L}$ を超えることはなかった。沈殿池と流動床反応槽における、有機物中のリンはそれぞれ17.5%、19%であった。好気性と嫌気性の両条件下にある沈殿池の注入口を調査した結果、高濃度の全リンと低濃度の溶解性オルトリン酸塩が測定されたことから、多くのリンは有機物に関連していることが示唆された。沈殿池の汚泥層における酸素と硝酸塩の減少によって、硫酸塩が減少して硫化物となる、ならびに、溶解性リンの放出を発生させていることがわかった。本海水循環式システムにおけるリン動態の調査結果は、脱窒に基づくリン固定化を行った既報の研究結果を裏付けるものである。

(2) 強混合河川六角川感潮部における懸濁物質濃度の変動特性

二渡 了, 楠田 哲也, 大石 京子

土木学会論文集 452, 71-79 (1992)

レビュー: 古川 隼士

河川感潮部は、潮汐や海水の影響を大きく受けるため、順流部とは異なる水質変動・分布特性をもつ水域である。このような感潮部における現象の支配因子は不確定な要素による影響を受けるため、現象の把握や説明が不十分であり、水質改善や水環境保全の対策を実行していくまでに至っていない。本研究では、水質変動への影響が大きい強混合型感潮部において、一潮汐間及び半月周期における懸濁物質の時間的・空間的な濃度変動・分布特性を解明し、混合特性との関係について検討した。

5回の現地調査の結果、SS濃度変動は、一潮汐間に浮遊物質の沈降や底泥の巻き上げなどの影響を受けて変化し、必ずしも下げ潮時に現れる最大流速のときに最高濃度を示すとは限らなかった。また、季節的な濃度変動を示す場合もあれば、潮汐作用による濃度変動を示す場合もあった。半月周期におけるSS濃度変動は全体的に小潮時に低く、大潮時に高くなる傾向を示した。河川の縦断面内でのSS濃度分布特性を検討した結果、水質の空間的变化は、どの調査日においてもSS濃度最大値が出現する位置がほぼ同じであった。つまり、空間的变化は、SS高濃度塊の形成及び輸送特性、空間的な河道特性により定まっていると考えられる。

第 10 回雑誌会

(September 30, 2005)

(1)中禪寺湖の湖水中糖類の起源 —泡発生に関連して—

小山 次郎, 渡辺 牧子

水質汚濁研究 12 (6), 353 - 357 (1989).

レビュー: 内田 千暁

1984年9月～10月にかけて中禪寺湖に大量のアワが発生した。1984年以降の観察によって、中禪寺湖に発生するアワは毎年9月前後に出現することが明らかとなった。また、アワが出現した時の湖水の糖濃度が高いことから、糖類がアワの主成分の一つと考えられた。そこで、湖水中糖類の由来を検討した。

本報告では、植物プランクトンおよび有機成分の濃度の変動ならびにそれらの相互関係について解析を行い、植物プランクトンがアワ発生に関係しているか否かを含め、アワ発生機構について検討を行った。その結果、chl. a と糖類の分布が良く一致しているとは言いがたく、植物プランクトンによる体外生産物が湖水中糖類の主要な供給源ではないことがわかった。さらに、分解、溶出も含めて植物プランクトン由来の糖類が、アワ発生時の湖水中糖類の主要な起源でないこともわかった。一方、秋季には落葉および水生植物から溶出したと考えられる分子量10万以上の高分子糖類が湖水中に多くなることが判明した。

これらのことから、中禪寺湖に発生したアワの主成分の一つである糖類は、植物プランクトン以外の植物体、すなわち落葉および水生植物から溶出した高分子多糖類に由来するものと考えられる。

(2) 海水環境における大腸菌の増殖と耐塩性誘導

石田 昭夫, 上野 友美

日本微生物生態学会誌 11, 67-72 (1996).

レビュー: 山下 裕大

河川や海水中での大腸菌の生存は、周囲の環境要因によって大きく影響されると考えられる。このことから、大腸菌を指標とする汚染度を考える上において環境要因と関連させ検討することは重要である。そこで、本研究では、非好塩性である大腸菌の耐塩性の発現およびその保持・消失に関して、組成成分の明確な人工海水を用いて検討した。

海水環境下での大腸菌の生育を把握するために、様々な濃度の人工海水に、有機物の代表である酵母エキスを添加した培地に大腸菌を植種し、大腸菌の菌数の経時変化を見た。その結果、2.5倍濃度の人工海水ではほとんど増殖できないが、通常濃度の人工海水であれば十分に増殖できることが分かった。また、通常濃度の人工海水に酵母エキスを添加した培地に大腸菌を植種したものは、30分間の前振盪処理を行うと、2.5倍濃度の人工海水中でも増殖が可能となった。このことは、淡水性の大腸菌は、水中に有機物の存在があれば耐塩性が誘導され、より高濃度の塩分環境に適応できることを示唆している。

誘導された耐塩性は、有機物なしでも人工海水中に低温下(4°C)で保存した場合、2週間ほど保持され、以降次第に消失することが分かった。耐塩性の保持には、適当な浸透圧を維持するためのNaClとMgイオン、Caイオンの存在が不可欠であった。一方、純水中で菌体を保存した場合、耐塩性は1週間で消失したが生菌数はわずかの減少しか見られなかったことから、保存中の大腸菌の耐塩性の消失と菌の死滅は別の機構によるものと考えられる。

第 11 回雑誌会
(October 7, 2005)

(1) Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators
in an urban tropical environment

Shibata, T., Solo-Gabriele, H. M., Fleming, L. E., Elmir, S.
Water Research 38, 3119–3131 (2004).

Reviewed by N. Hanagasaki

糞便性大腸菌群数, *E.coli* および腸球菌は, 熱帯環境において増殖することが知られている。しかし, 熱帯都市環境における細菌調査に関する情報は極めて乏しい。そこで本研究では, アメリカの熱帯都市環境である, フロリダ州, マイアミの Hobie Beach, Crandon Beach において, 指標細菌のモニタリングを行った。本研究で対象とした指標細菌 (腸球菌, *E.coli*, 糞便性大腸菌群, 大腸菌群および *C.perfringens*) について, 3 つの方式の調査を実施した。1 つ目の調査として, dry season と wet season に, それぞれ 4 箇所において, 毎日サンプリングを 1 ヶ月間行った。その結果, Hobie Beach において, 糞便性大腸菌群を除く 4 つの指標細菌が, US Environmental Protection Agency のガイドラインレベル (腸球菌 104/100m L 以下, *E.coli* 235/100m L 以下, 大腸菌群 2400/100m L 以下, *C.perfringens* 50/100mL 以下*) を超過した。また, 5 つの指標細菌の濃度変化は, 必ずしも一致していなかった。2 つ目の調査として, 満潮時と干潮時における細菌の空間分布の調査をそれぞれ 1 回ずつ行った。その結果, 細菌濃度は, 干潮時と比較して, 満潮時に高い値を示した。また, 細菌数は沿岸から離れるのに伴って低下した。これらの結果は, 検出された指標細菌は沿岸由来であることを示している。3 つ目の調査として, ビーチの Wash Zone における砂の調査を 2001 年 5 月の干潮時に 1 回行った。その結果, 調査した 8 地点全てから指標細菌が検出され, Wash Zone における砂が, 細菌の汚染源であることが示唆された。

* : ハワイ州の条例による基準

第 12 回雑誌会

(October 21, 2005)

(3) 淀川表流水中に含有する生物同化可能有機炭素および細菌増殖ポテンシャルの浄水処理に伴う基礎的挙動

笠原 伸介, 築山 誠, 石川 宗孝

水環境学会誌 25 (10), 605 - 612 (2002).

レビュー : 内田 千暁

水道水の生物学的安定性, すなわち細菌増殖ポテンシャルを制御するには, 水道原水中に潜在する細菌増殖ポテンシャルを的確に把握するとともに, それらが浄水処理の過程でどのように変化するのかについて明確にしておく必要がある。

本研究では, 淀川表流水およびその凝集処理水中, オゾン処理水中の生物易分解性有機物を, 生物同化可能有機炭素 (Assimilable Organic carbon, AOC) 濃度, 見かけ分子量および E260 発現特性に基づいて評価した。そして, 凝集処理, オゾン処理に伴うそれらの基本的な挙動について検討した。また, 淀川表流水中に生息する土着細菌を用いた回分培養実験を行なうことで, AOC 濃度の増殖ポテンシャルの指標としての妥当性について検討した。

淀川表流水中には, 見かけ分子量 5,000Da 以上の高分子 E260 非発現性有機物が多く含有していたが, それらは AOC として検出されなかった。凝集処理を行うと, 淀川表流水中の AOC 濃度が最大 75% 削減され, AOC 濃度の変動も大幅に制御されることがわかった。ただし, AOC 濃度の減少は, AOC として検出される有機物の除去に起因するのではなく, 主にリン濃度の減少に起因することがわかった。オゾン処理を行うと, E260 の減少に伴って緩やかに AOC が増加することがわかった。また, 凝集処理は AOC 増加量の抑制に効果的であることも確認され, 本実験では 30~50% の抑制効果が得られた。酢酸当量に換算された AOC 濃度では, 同化のために消費される実際の有機炭素濃度を過少に評価していることが示唆された。しかし, 見かけ AOC 濃度はリンが制限基質となっている場合においても, 淀川表流水中に生息する土着細菌の増殖ポテンシャルを概ね代表しており, 指標としての妥当性が示された。

第 12 回雑誌会

(October 21, 2005)

(1) Fluorescence characteristics of organic matter released from coastal sediments during resuspension

Komada, T., Schofield, O. M. E. and Reimers, C. E.

Marine Chemistry 79, 81-97 (2002).

Reviewed by T.Nakamura

水中起源あるいは陸成起源の有機物質は、水界を経るにつれて生物学的あるいは物理化学作用によって変質されたり分解され易い。水環境において、潮汐運動、嵐あるいは浚渫などといった現象は表層堆積物を水中に再懸濁させ、有機物質を水中に放出すると言われている。しかし、放出された有機物質の化学的特性については不明な点が多い。そこで本研究では、堆積物の再懸濁現象を想定して、表層堆積物と底層水を混合する模擬実験を行った。

Hudson River Estuary(ハドソン川河口)内と New York Bay(ニューヨーク湾)内の5つの場所から集めた堆積物サンプルを、それぞれの場所で採取した底水に 30 秒~2 時間再懸濁させ、有機物質が溶出した溶液の励起-蛍光マトリックスについて調べた。懸濁実験によって、堆積物から溶液中に放たれた物質は、フミン様物質にみられる波長領域(Ex/Em 310/420 nm)と長波長領域(Ex/Em 330-388/440-480 nm)において強い蛍光を示した。長波長領域での蛍光は、劣化あるいは分解が進んだ有機物質が関係していると考えられる。本懸濁実験の結果から、河口あるいは沿岸の海洋表層堆積物の再懸濁によって、溶存態のフミン様物質と劣化あるいは分解が進んだ有機物質が周囲の水環境に放出されることが示唆された。

(2) Effluent treatment for flow through systems and European Environmental Regulations

Bergheim, A., Brinker, A.

Aquaculture Engineering 27, 61-77 (2003).

Reviewed by T. Takeshima

2年子のサケの海面養殖やニジマスの内面養殖を行うヨーロッパの陸上養殖の平均生産量は、積極的な試みや管理の向上により著しく増加している。ノルウェーやドイツの貫流システムを集約すると、一般的なシステム条件は、1トンの魚生産に対する流速は100-300l/minであり、排水負荷量は、懸濁物(SS) 150-200kg/ton, リン7kg/ton, 窒素40kg/tonである。これらの一般の排水負荷を削減し、排出規制を満たすために、排水処理システムを設置した陸上養殖場が増加している。排水の処理法として、排水の固形物は、ディスクまたはドラムフィルタのようなスクリーンで取り除かれる。スクリーンに加えてさらに、養殖経路の途中で生物ろ過装置をつけたシステムは、ドイツ南西部の養殖で試験的に行われ、排水の固形物に対して、高い除去効果を示した。マス養殖場において、放流先に排水される前に、水生植物による栄養塩の摂取を行うために、補足の池に通すところもある。ヨーロッパ各国は陸上養殖において、取水量、排水量、硝酸塩濃度、排出される有機物量を規制している。さらに2000年にはEU各国で、地下水、沿岸域、河口や地表水保護を規定したWater Framework Directiveが導入された。ヨーロッパの魚養殖に対して、Water Framework Directiveは本格的には養殖を対象としていないが、確実に養殖業にも影響を与えていくであろう。ノルウェーはEU加盟国ではないため、Water Framework Directiveは適用されないが、国独自の規制を作成している。これらの規制を満たすために、養殖業者は排水のサンプリングや分析を行わなければならないが、このコストはヨーロッパの一部を除いて、養殖業者に自己負担させている。排水負荷削減をより進めていくために、これらのコストへの財政援助が必要であると考えられる。

第 13 回雑誌会

(October 28, 2005)

(1) 河口・沿岸域におけるフミン鉄の錯平衡と凝集特性

藤井 学, 佐々木 陽, 渡部 徹, 大村 達夫

環境工学研究論文集 41, 389-400 (2004).

レビュー: 古川 隼士

河口・沿岸域は、生物生産性が高く、他の水域と比べて豊かな生態系が形成されている。その理由は、陸域由来の栄養塩や有機物質、微量金属が豊富に存在しているからであり、特に溶存鉄は、一次生産者が光合成を行う際に不可欠な必須金属である。河口・沿岸域に存在する溶存鉄の多くは、フミン物質と錯体を形成したフミン鉄と考えられており、フミン鉄は潮流による塩濃度の変化によって、錯平衡の変化や凝集といった複雑な挙動を示すことが予想される。しかし、その挙動に関する研究例は少ない。

本研究では、河口・沿岸域における陸域由来フミン鉄の挙動を解明することを目的とし、河口・沿岸域での塩濃度条件下でフミン鉄の錯平衡と凝集に関する解析を行った。また、それと同時に凝集に関与するフミン物質の性質を調べるため、疎水性の強さを示す指標である E254/TOC, C/N 比, 分子量分布の測定を行った。その結果、溶存態フミン物質は、疎水性の強さ及び C/N 比が大きいほど、また、分子量が高いほど凝集しやすい傾向にあることが明らかとなった。また、河口・沿岸域において、塩濃度の増加に伴いフミン物質は凝集し、鉄はフミン物質から解離するため、溶存鉄濃度は急激に減少することが明らかとなった。塩濃度 30g/L の人工海水中ではフミン酸は 82%、フルボ酸は 26%が粒子状態へ変化した。このことから、フミン酸のほうがフルボ酸よりも凝集する要因は、フミン酸の方が疎水性相互作用力が強いためであると考えられる。

(2) Mucus Secretion by the Freshwater Snail *Lymnaea stagnalis* Limits Aluminum Concentrations of the Aqueous Environment

Jugdaohsingh, R., Campbell, M. M., Thompson, R. P.H., McCrehan, C. R., White, K. N., and Powell, J. J.

Environmental Science & Technology 32, 2591–2595 (1998).

Reviewed by M. Agari

細胞外ムコ多糖 (EPS) は、軟体動物などが環境中に放出する分泌液の中で重要な物質の一つである。しかし、EPS が環境中の金属の循環に果たす役割は明らかにされていない。そこで本研究では、可溶性の Al 濃度について、淡水タニシ *Lymnaea stagnalis* から分泌された EPS の影響試験を行った。*L. stagnalis* は、イオン成分を調整した溶液 (pH7.3, 10°C) の中で飼育し、アルミニウム 500 μ g-Al/L を添加した。なお、実験中は溶液を常に曝気することとした。水溶液を酸性化することで Al を回収し、Al 濃度は誘導結合プラズマ発光分光により測定した。*L. stagnalis* を飼育しない条件における Al 濃度と *L. stagnalis* を飼育した水中の Al 濃度を比較した結果、*L. stagnalis* が飼育水中の Al 濃度を著しく減少させることがわかった。*L. stagnalis* の細胞内に Al の蓄積が確認されたが、これは全 Al 減少量の数パーセントしか検出されず、残りはポリヒドロキシアルミニウムの沈殿により減少したものと考えられる。このことは *L. stagnalis* より分泌された EPS が主に不溶性であり、Al は細胞外基質と結合したことに起因すると考えられる。また、わずかに存在する可溶性の EPS が共存することによって、Al は水酸化物の沈殿を生じやすくなった。分離した EPS を用いた実験では、難溶性の膜が溶液中の Al と結合し、Al 濃度を減少させることが確認された。これらの結果から、水生生物への Al の毒性に関する EPS の関与は、自然環境水中において重要であると考えられる。

(1) Recovery of Chlorine-Exposed *Escherichia coli* in Estuarine Microcosms

Bolster C. H., Bromley J. M. and Jones S. H.

Environ. Sci. Technol. 39, 3083–3089 (2005).

Reviewed by N. Hanagasaki

塩素処理は、流出排水等の殺菌・消毒に広く用いられている。塩素に暴露された細菌は、死滅あるいは細胞膜に損傷を受ける。しかし、一部の細菌は、塩素による損傷を受けず、比較的無傷で存在する場合がある。また、塩素により細胞膜に損傷を受けた細菌は、死滅していないのにも関わらず、選択培地では培養できず、検出することができない。これより、塩素に暴露されても生存している細菌が環境中に排出され、増殖する能力を取り戻す可能性があると考えられる。そこで本研究では、栄養塩濃度および塩分濃度が異なる試料を採取し、そこにあらかじめ塩素処理した *Escherichia coli* を添加することによって、仮想のマイクロコスム(微小生態系)を形成し、*E. coli* の挙動について検討した。また、各サンプルの水質パラメータ (pH, 塩分濃度, 全溶存窒素, 硝酸性窒素, アンモニア性窒素, DOC およびリン酸態リン) を測定し、細菌回復との関連性を調べた。塩素にさらされた *E. coli* は、全てのマイクロコスムにおいて、培養可能な細菌数が、時間経過に伴い増加した。これは、塩素に暴露された細菌が、環境中に排出された後、培養する能力を取り戻し、増加することを示している。また、この細菌数の増加は、栄養塩濃度、DOC 濃度が高いマイクロコスムにおいて顕著にみられた。細菌の再増加と関係性の高い水質パラメータは、DOC, アンモニア性窒素および全溶存窒素であった。これらの結果から、栄養塩濃度、DOC 濃度の高い水域に塩素処理排水が排出される場合、塩素に暴露された細菌の再増加が起こり易いと考えられる。現行の流出排水の水質モニタリングでは、流出排水の河口水域の影響を過小評価している可能性がある。

(2) 都市汚濁河川および河口域における一般細菌と大腸菌群の分布と挙動

芳倉 太郎, 小田国雄, 飯田才一

日本水産学会誌 46, 231-236 (1980).

レビュー: 山下 裕大

湖沼や海洋での微生物学的調査や研究は比較的多くなされてきているが、汚濁や富栄養化に伴う河川水中の微生物に関する知見や調査は極めて少なく、わずかに大腸菌などに関する調査が行われてきたに過ぎない。そこで、汚濁に伴って、河川水中の微生物がどのような挙動を示すかについて、淀川、寝屋川、東横堀川、河口域および港湾域の合計 20 地点において、汚濁の実態とそれに伴う微生物の消長を調査した。

その結果、都市汚濁河川である寝屋川において、細菌数、BOD、COD および SS の値が他地点と比較して最も高く、下流に行くにつれて、それらの値は減少傾向を示した。寝屋川で排出された有機物質は流下に従い、分解、希釈などの作用を受けて減少することがわかった。また、有機性汚濁の増大に応じて水中の一般細菌は増大した。高濁度域における一般細菌数の増大は、生活廃水を多く含む下水処理場からの排水に由来する細菌群と、河川中の有機物濃度の増大に応じて増殖した細菌群によるものと考えられる。一般細菌と大腸菌群数の関係は、高汚濁域では一般細菌に対して大腸菌群数の割合が高いのに対し、低汚濁域ではこの割合が減少した。このことは、河川水中の一般細菌と大腸菌群数の挙動が必ずしも一致しないことを示唆している。

第 15 回雑誌会
(November 11, 2005)

(1)Fate of Steroid Estrogens in Australian Inland and Coastal Wastewater Treatment Plants

Braga, O., Smythe, A. G., Schfer, I. A., and Feitz, J. A.

Environmental Science & Technology 39, 3351-3358 (2005).

Reviewed by T.Nakamura

下水処理水中に残存するステロイドエストロゲンの放流によって、淡水や海に生息する動物に異常な生殖器官を誘発しているという懸念が深刻化している。これまでに、河川、沿岸、河床、湖堆積物や河口堆積物、生下水や下水処理水に関するエストロゲンのデータは得られてきた。しかし、下水処理システムにおける各プロセス毎のエストロゲンの分解特性や挙動についてはほとんど分かっていない。そこで本研究では、立地条件および処理プロセスの異なる2つ下水処理施設におけるE1、E2およびEE2の3つのステロイドエストロゲンの挙動について調査した。オーストラリアの内陸部に位置する下水処理施設として、家庭下水(人口約3,000)と主要な運動会場を処理対象としている小規模な高度下水処理施設を調査した。また、沿岸部に位置する下水処理施設として、家庭下水(75%)と人口当量1,700,000の産業廃水(25%)を処理対象としている整備拡充した簡易下水処理施設を調査した。内陸部に位置する高度下水処理施設は、活性汚泥処理、精密ろ過、逆浸透処理、そして塩素処理/脱塩素処理から成る。沿岸部に位置する簡易下水処理施設は、簡易な処理(FeCl_3 添加; 化学的補助沈殿)から成る。

高度下水処理施設における活性汚泥処理後の除去率は、E1が85%、E2が96%であり、逆浸透処理後には検出下限値(0.1ng/L)以下になった。一方、簡易下水処理施設においては、E1の除去率は7%であり、E2については0%であった。これらの調査結果より、エストロゲン除去率が低い沿岸に位置する簡易下水処理施設からの放流水が、受水海洋環境の生態系にどのような悪影響を与えるか評価するため、さらなる研究が必要である。

(2) Impacts of milkfish(*Chanos chanos*) aquaculture on carbon and nutrient fluxes in the Bolinao area, Philippines

Holmer, M., Marba, N., Terrados, J., Duarte, M. C. and Fortes, D. M.

Marine Pollution Bulletin 44, 685-696 (2002).

Reviewed by T. Takeshima

海産養殖学は、人間の海産物需要増加により世界的に成長している産業である。東南アジアで行われているサバヒー養殖は、主として淡水施設で養殖されてきたが、近年、沿岸水域へ拡大してきている。東南アジアの毎年のサバヒー生産の合計は約 350,000 トンであり、半分はフィリピンで生産されている。しかしながら近年、海産養殖の環境への影響が懸念されている。養殖業の環境への影響に関する知見は、熱帯地方における生態系の保全と養殖業の持続的発展を維持するために重要である。

そこで本研究は、フィリピン・Bolinao 地区のサバヒー養殖の環境への影響を検討するため、養殖場内・外の堆積物酸素消費量(SOU)、全炭酸(TCO₂)および栄養塩等の測定を行った。研究対象に 4 つの囲い込み養殖場を用い、各々、特定の期間内における上記の項目を測定した。養殖場内部の堆積作用の割合と、SOUの間には相関関係が認められた。栄養塩流出は、養殖場内部で高く、硝酸塩は堆積物に蓄積されたが(1.7-5.8mmol/m²·d)、アンモニウム(NH₄)(1-22mmol/m²·d)とリン酸塩(DIP)(0.2-4.7mmol/m²·d)は堆積物から放出された。堆積物の有機物は、養殖場外部の有機物と比較して高濃度であった。サバヒーの生産による環境への炭素および栄養塩負荷を評価するために、物質収支を見積もった。養殖業者から提供されたデータ(餌投入量など)や養殖場中で測定した栄養塩のデータに基づいて評価した。養殖へ総投入量(餌や魚など)のうち、51-68%の炭素および窒素が養殖場周辺に影響を与えた。しかしながら、リンは、囲い込みのネットに沈降するとともに、養殖場内部の堆積物に蓄積された。本研究で得られた結果は、Bolinao 地区で行われている囲い込み養殖は、網生質養殖と比較して、底質の炭素および栄養塩循環に、大きな影響を与えていることが示唆された。

第 16 回雑誌会

(November 18, 2005)

(1) Bioavailability of nonylphenol isomer in dependence on the association to dissolved humic substances

Vinken, R., Hollrigl-Rosta, A., Schmidt, B., Shaffer, A. and Corvini, P.F.-X.

Water Science and Technology 50(5), 277-283 (2004).

Reviewed by C.Uchida

フミン物質は地球上の有機化合物の大部分に相当し、環境の重要な構成要素である。溶存フミン物質は環境中の化学物質と結合し、生物分解に影響を与えられている。最近の生物学的利用能の研究では、市販されているフミン酸と泥炭より抽出されたフルボ酸の二種類の溶存フミン物質が利用されている。フミン物質は有機化合物との結合の主要な原因であると考えられ、環境中の有害化学物質の分解と挙動は、フミン物質等の溶存有機物との相互関係に依存している。化学関連物質である 4 (3',5'-dimethyl-3'-heptyl) -フェノール(p353NP)は Friedel-Crafts アルキル化によって合成され、分岐ノニフェノール異性体として定義される。そこで本研究では、ノニフェノールの異性体の一つである p353NP と溶存フミン物質の関連性について検討した。

¹⁴C-labelled p353 NP と溶存フミン物質の関連性を調べるため、平衡透析実験を行なった。また、溶存フミン物質の存在下において、ノニフェノール分解細菌株 *Sphingomonas* TTNP3 と唯一の炭素源として p353NP を用いて生物分解実験を行なった。平衡透析実験の結果、フミン酸の添加によって p353NP-フミン酸化合物が生成されていたが、フルボ酸を付加した場合には化合物が生成しなかった。*Sphingomonas* TTNP3 の生物分解実験では、フミン酸と p353NP は巨大分子を形成すると考えられた。しかし、溶存フミン物質は p353NP の生物分解に対する影響がないことが確認された。これらのことから、ノニフェノールとフミン酸の結合が可逆的であることと、化合物の分散速度が生物分解よりも非常に速いことが示唆された。従って、この不安定な p353NP-フミン酸化合物は生物分解率に影響しないか、あるいは、その影響は極めて低いことがわかった。

(2) Removal of fluoride from semiconductor wastewater by electrocoagulation-flotation

Hu, C. Y., Lo, S. L., Kuan, W. H. and Lee, Y. D.

Water Research 39, 895–901 (2005).

Reviewed by M. Agari

半導体の製造過程から排出される廃水は、一般に、カルシウム沈殿による処理が行われているが、フッ化物を含んでおり、フッ素処理は困難とされる。そこで本研究では、カルシウム沈殿処理を行った後の廃水を、陰イオン界面活性剤のドデシル硫酸ナトリウム (SDS) を用いた電気・凝集-浮上 (ECF) プロセスにより、処理性の評価を行った。その結果、カルシウム沈殿処理後の廃水中に含まれる溶存フッ化物イオンと CaF_2 は、ECF プロセスで効果的に同時除去された。ECF で必要とされる SDS 量は、 CaF_2 粒子がハイドロ・フルオロ・アルミニウムのフロックにより捕集されることで、空気分散型浮上法 (DiAF) や加圧浮上法 (DAF) と比較して低いことがわかった。また、SDS は微細気泡の生成とフッ化物除去を安定化させる働きが確認された。他の陰イオンが同時に存在することで処理不良が発生したが、初期のカルシウムイオンと SDS 添加量を増加することにより改善された。ECF における最適な酸性度は、カルシウム沈殿後のフッ化物濃度に関係し、初期酸性度が最適値を超過すると、ハイドロ・フルオロ・アルミニウムの表面電荷が増加するため、SS 除去量が急激に減少した。カルシウム沈殿処理後の酸性度は、フッ化水素酸の解離定数、およびカルシウム沈殿処理前の pH により与えられる $[\text{Ca}(\text{OH})_2]/[\text{Ca}^{2+}]_T$ 比を変化させることで、制御できることが確認された。

第 17 回雑誌会

(November 25, 2005)

(1) Decay of intestinal enterococci concentrations in high-energy estuarine and coastal waters: towards real-time T_{90} values for modelling faecal indicators in recreational waters

Kay, D., Stapleton, C.M., Wyer, M.D., McDonald, A.T., Crowther, J., Paul, N., Jones, K., Francis, C., Watkins, J., Wilkinson, J., Humphrey, N., Lin, B., Yang, L., Falocner, R.A., Gardner, S.

Water Research 39, 655–667 (2005).

Reviewed by N. Hanagasaki

腸球菌 enterococci は、健康リスクの微生物学的指標として世界中で用いられていることから、enterococci の河口沿岸域における生残性や減少プロセスを理解することは重要である。enterococci の生残の主要な要因の 1 つに太陽光の照射がある。太陽光による細菌の減少は、一般的に T_{90} 値で表される。 T_{90} 値とは、細菌濃度が 90% 減少するのに要する時間である。本研究では、比較的濁度の高い河口沿岸域であるイギリスの Severn Estuary および Bristol Channel から採取した試料を用いて、仮想マイクロコスムを形成した。そこに太陽光を再現した人工光を照射し、enterococci の減少を調査した。また、人工光を照射しない条件も同様に行った。人工光を照射した場合の T_{90} 値（照射 T_{90} 値）は、高濁度である河口域で 39 h であったのに対し、低濁度である沿岸域では 6.6 h と短い値であった。これは、懸濁粒子が光を遮蔽し、細菌減少を抑制したためであると考えられる。また、人工光を照射しない場合の T_{90} 値（非照射 T_{90} 値）も、河口域で 65.1 h であったのに対し、沿岸域では 24.8 h と短い値であった。照射 T_{90} 値は、濁度および SS と正の相関関係を示した。一方、照射 T_{90} 値は、塩分濃度と負の相関関係を示した。濁度および SS の増加に伴う、照射 T_{90} 値と照射 T_{90} 値の変化を検討した。濁度 200 NTU 付近において、照射 T_{90} 値と非照射 T_{90} 値がほぼ同じ値となった。これより、濁度 200 NTU 付近で、enterococci の減少に対する太陽光の放射の影響が最小になると考えられた。

(2) Seawater induced release and transformation of organic and inorganic phosphorus from river sediments.

Gardolinski, P. C.F.C., Worsfold, P. J. and McKelvie, I. D.

Water Research 38, 688–692 (2004)

Reviewed by T. Furukawa

オルトリン酸塩は、淡水域及び沿岸域における藻類異常増殖の制限栄養塩となっている。水生生物にとって有害藻類の異常増殖が頻繁に発生するため、リンを最重要項目として、条例によって河川及び水路への投入量を制限することにした。しかしながら、制限したにも関わらず堆積物や浮遊微粒物質に付着したリンが原因となり、藻類異常増殖は頻繁に発生している。これまでの研究によって、沿岸域において堆積物と海水との混合によって塩分濃度が増加すると、浮遊微粒物質から反応性の高い溶解性無機リン(FRP)が溶出されることが明らかとなっている。また、pHが上昇することによって無機リンが溶出されることも報告されている。しかしながら、堆積物からのリン溶出の研究は、ほとんどが無機リンの挙動についてであり、有機リンの機能については、ほとんど無視されてきた。

本研究では、河川堆積物と海水が混合したときに生じる FRP と溶解性有機リン(FOP)の溶出について検討した。FRP は、塩分濃度 15‰において溶出し始めた(溶出量 14 μ g-P/L)。FOP は塩分濃度 10‰において溶出し始めた(溶出量 7.7 μ g-P/L)。リンが溶出する塩分濃度及び、その溶出量にも違いが生じたことから、FRP と FOP では溶出メカニズムが異なることが示唆された。また、酸化還元電位と pH を測定したが、FRP 及び FOP の溶出との直接的な関係は認められなかった。測定された FRP と FOP は、塩分濃度変化に応じて堆積物に付着した嫌気性微生物から放出されることが考えられた。また、測定された全 FRP の約 37%が、溶出した FOP の加水分解によって FRP に変換されたものであることが分かった。

第 18 回雑誌会
(December 22, 2005)

(1) On the dispersal of riverine colored dissolved organic matter over the West Florida Shelf

Castillo, C. E. D., Cilbes, F., Coble, P. G., Muller-Karger, F. E.

Limnol. Oceanogr. (Notes) 46(6), 1425-1432 (2000).

Reviewed by T. Nakamura

リモートセンシング画像は、広範囲な地球上の炭素サイクルの研究において重要な手段の一つである。沿岸水域カラーキャナーからのデータを用いたメキシコ湾のリモートセンシングの研究は、毎年 2 月から 5 月にかけて行われ、西フロリダ棚 (WFS) の季節ごとのクロロフィルブルームを周期的に観測している。したがって、有色溶存有機物質 (CDOM) 濃度と光学的性質の変化がリモートセンシングデータの解釈に及ぼす影響を理解することは重要である。しかし、沿岸領域は、高濃度な河川 CDOM が流入してくる領域であり、沿岸における CDOM の変化の要因についての検討が必要である。そこで本研究では、河川流入と植物プランクトンブルーム (植物プランクトン塊の領域) の発生によって影響を受ける WFS の表層水の光学的性質について調べ、河川流入が WFS の CDOM の光学的性質にどのように影響を与えているかについて理解することを目的とした。調査の結果、WFS への河川有機物質の流入は、河川に近い地点ほど CDOM と溶存有機物質 (DOM) の存在量に大きく影響を与えていることが分かった。ところが、河川流入による一次生産の増加と CDOM 濃度との間には大きな関係がないことが分かった。また、河川水と海水を用いた混合実験の結果から、光学的性質の変化の原因が、海洋水と河川水との希釈であるという結論に至った。

(2) Water quality and health status of the Senegal River estuary

Troussellier, M., Got, P., Bouvy, M., M'Boup, M., Arti, R., Lebihan, F., Monfort, P., Corbin, D. and Bernard, C.

Marine Pollution Bulletin 48, 852–862 (2004).

Reviewed by Y. Yamasita

沿岸河川はよく、大都市の高濃度の汚水が流入し大量の有機物と汚染物質が混入する。一方で、沿岸域は経済資源やレクリエーションの場をもたらす重要なエリアである。アフリカ沿岸域では漁業が盛んで、多くの国の人々の重要なタンパク源となっている。近年、アフリカの河川や河口域では、急激な人口の増加とともに、多量の未処理下水が河川や沿岸域へ放流されている。しかし、アフリカの河川や沿岸域の水質についての研究は極めて少ない。そこで本研究では、アフリカ北西部で唯一の大河であるセネガル川において、の河口域の有機物濃度や衛生状態のデータを得る目的で、2002年春にセントルイス市周辺15地点において実態調査が行われた。

その結果、無機物濃度は $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0.03\sim 0.57\ \mu\text{mol/L}$)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ($1.4\sim 3.9\ \mu\text{mol/L}$) と、報告されているその他の河川の濃度よりやや低いものであった。植物プランクトンの数は ($5.8\times 10^4\sim 1.8\times 10^5\ \text{cells/ml}$) と報告されてい高いものよりやや高く、そのうち微小な植物プランクトンが最も多く存在した。また、下水を処理せず放出しているが、以外にも大腸菌数と腸球菌数は、ヨーロッパの水浴場の環境基準と同じ程度かそれ以下であった。今後、これらの細菌の地域特性についてさらに調査が進めば、これらのデータが、今後セントルイス市周辺の衛生状態の向上を提案したときの手助けとなるかもしれない。

第 19 回雑誌会

(July 14, 2006)

Adsorbability of estrone and 17 β -estradiol in water onto activated carbon

Fukuhara, T., Iwasaki, S., Kawashima, M., Shinohara, O. and Abe, I.

Water Research 40, 241 – 248 (2006)

Reviewed by T. Furukawa

近年、外因性内分泌攪乱物質 (EDCs) に関する環境汚染問題が多く研究者によって報告されているが、今のところその多くの知見は、科学的な解明がなされただけである。エストロン (E1) と 17 β -エストラジオール (E2) は EDCs の代表的な物質であり、繁殖生産性に対して重大な損害を引起すと言われている。エストロゲンの主な発生源は人間であり、都市下水中に普遍的に存在している。活性汚泥処理のような従来の方法では、都市下水中の E2 の十分な除去が非常に困難であり、環境保全のために E2 除去技術の開発が必要となっている。

本研究では、市販の活性炭、および再利用活性炭 (浄水場で 20~44 ヶ月間使用された活性炭) を用いて、様々なサンプル水中の E1 および E2 の吸着量を検討し、吸着量の解析は吸着等温線によって行われた。また、活性炭吸着力に及ぼす河川水等に含まれる溶存物質の影響についても調べた。8 種類の市販活性炭を蒸留水に入れた場合、吸着量はフロイントリヒ式 ($\log X = \log K + (1/N) \log C_e$) に適合し、その吸着量は平衡濃度 1 μ g/L において、E1 が 25.6-73.5mg-E1/g, E2 が 21.3-67.6mg-E2/g であった。飲用水用の砂濾過水に再利用活性炭を入れた場合、平衡濃度 1 μ g/L での吸着量は E2 で 3.5-8.2mg-E2/g であった。河川水および下水処理場二次処理水に 2 種類の市販活性炭を入れた場合、平衡濃度 1ng/L でそれぞれ 0.1-0.2 μ g-E1/g, 0.3-1.0 μ g-E2/g であった。活性炭への吸着量の違いは、化学物質の疎水性、活性炭の比表面積と平均細孔径、および吸着力の違い、ならびにサンプル水中に共存する溶存物質のエストロゲンに対する存在比の違いが考えられた。

第 20 回雑誌会

(July 28, 2006)

(1) 水溶性染料のオゾン酸化による脱色と色度測定法による評価

高橋 信行, 中井 敏博, 佐藤 芳夫

水環境学会誌, 19(4), 306-314 (1996)

レビュー: 宇治橋 尚宏

近年, 公共水域の評価に際してアメニティー要素も重要視されてきており, 色度, 臭気, 泡立ちなど, 人の感覚に依存する要因が水の清浄さを判断する上で重要になってきている。このうち, 色度に関しては川崎市, 和歌山市で規制が実施され, 他の自治体からも強い関心が寄せられており, 色度除去がクローズアップされてきている。脱色技術としては, これまでにも各種の処理方法が検討されてきているが, 色度成分である染料は現在の主要な排水処理方法である生物処理や凝集沈殿では必ずしも十分に除去されていないのが現状である。これに対して, オゾンは染料分子中の共役二重結合に対して選択的に反応することから脱色性に優れており, 染料含有の着色排水処理における脱色技術として注目されている。しかしながら, オゾンによる脱色は排水中の共存物質による影響を受けることが指摘されており, 実際の適用に際しては各染料溶液ごとに予備的検討が必要であることが示唆されている。色度測定法として, 現在まで, 機器法, 官能法など, いくつかの方法が提案されているが, それぞれに問題点を含むことが指摘されている。このような背景から, 実際の脱色感覚と近似した測定 of 容易な色度管理手法の提案および開発が望まれている。

そこで本研究では, 水溶性染料 16 種を所定時間オゾン酸化し, 反応にともなう脱色課程の変化について各種の色度測定法で測定し, それらの特徴および相関性について検討した。さらに, これと同時に, 排水中の色度管理手法の提案を試みた。吸光度法は, 反応初期に起こる脱色過程を表示することができ, 脱色反応は擬一次反応速度式で表された。一方, 色差法は, 反応初期に起こる脱色過程を表示することができなかつた。希釈度法は, 吸光度法に近い挙動で脱色過程を表示することができた。吸光度法および希釈度法で得られる値は, 次式 $\log(\sum \lambda \text{ または } \lambda_{\text{MAX}}) = A \log C_m + \log B$ (ここで $\sum \lambda$, λ_{MAX} は吸光度法で求められる値, A , B は希釈度法で得られる値, C_m は色度を表す) で関連づけられた。以上の結果から, この式に基づき視覚的な脱色感覚と近似した排水中の色度管理手法が提案できた。

(2) EEMS による水中溶存有機物の特性解析

福島 武彦, 中島 俊之, 今井 章雄, 松重 一夫, 尾崎 則篤
水環境学会誌, 24(10), 686-692 (2006).

レビュー: 甲斐 雅人

環境水中の溶存有機物は有機汚濁のみならず, 上水利用では有機塩素化合物の生成, 海域では生物生産と地球温暖化との関連で注目されている。これまでの研究では湖沼, 海域, 屋外実験地等で得られた溶存有機物を対象に, 樹脂分画, 紫外部吸光度および分子量分布から化学的キャラクタリゼーションを行い, それらの特性, 動態, 起源および機能に関する検討が進められてきた。しかしながら溶存有機物の特性等, 依然として不明な点が多く残されている。そこで本研究では, 三次元励起・蛍光スペクトル法 (EEMS) を利用し, 溶存有機物の特性解析を行った。EEMS は蛍光を有する有機物のみを対象とするといった短所もあるが, 感度が高く, ろ過程度の前処理により簡易に短時間で測定を行える手法である。河川水, 下水処理場, 廃棄物埋立地からの排水, 内湾水, といった陸域ならびに海域の様々な水サンプル, およびそれらを XAD-8 樹脂により分画した疎水性, 親水性画分に対して EEMS を測定した結果をまとめた。そして特異的なピーク位置での溶存態有機物炭素濃度 (DOC) 当たりの蛍光強度 (RFI) を指標として, その平均値やパターンの変化の特徴を整理することを目的とした。

測定の結果, 最大 7 箇所ピークが検出された。環境水ではフルボ酸・フミン酸の特徴を示す Peak3 が最も大きかった。相対蛍光強度を溶存態有機炭素濃度で除した値で考えると, 下水処理場・廃棄物埋立地からの水は, 流入水と比較して流出水の方が高いこと, 埋立地の地域的な違いによって腐植成分やたんぱく質成分の Peak に特徴が表れることがわかった。各分画の RFI/DOC 値の大きさは, 疎水性, 原水, 親水性画分の順となった。