

7.2 自主研究概要

- (1) 地球温暖化物質の精密モニタリングに関する研究 …………… 武藤洋介
- (2) 微小粒子PM1による大気の汚染特性に関する研究 …………… 米持真一、梅沢夏実、松本利恵、武藤洋介
- (3) 植物保護のための光化学オキシダント(オゾン)環境基準の提言に向けた基礎的研究 …………… 米倉哲志
- (4) 連続稼働型デニュウダ開発のための基礎的検討 …………… 米持真一、松本利恵、上田和範、名古屋俊士、小山博巳
- (5) 湖沼における大型二枚貝の多元的活用に関する基礎的研究 ―二枚貝の安定供給化の検討― ……………
…………… 田中仁志、田中大祐、中村省吾
- (6) 湧泉の立地特性と水質形成に関する基礎的研究 …………… 高橋基之、田中仁志、石山高、八戸昭一、佐坂公規
- (7) 埼玉県内に生息する魚介類に対する環境中の紫外線吸収剤の生態リスク評価及びヒトの暴露量に関する研究 ……………
…………… 亀田豊、金澤光
- (8) 水環境診断ツールを活用した河川流域汚濁負荷解析モデルの構築 …………… 柿本貴志、高橋基之、嶋田知英
- (9) PRBシステムを応用した廃棄物最終処分浸出水の場内浄化システムの構築 ……………
…………… 渡辺洋一、川寄幹生、小野雄策
- (10) 廃棄物最終処分場における地球温暖化ガスの発生量に関する研究 …………… 長森正尚、渡辺洋一
- (11) 一般廃棄物焼却残さ等のリサイクルの方向性に関する研究 …………… 倉田泰人、長谷隆仁
- (12) 4指標異性体濃度測定によるダイオキシン類の簡易測定法の開発 ……………
…………… 大塚宜寿、蓑毛康太郎、野尻喜好、細野繁雄
- (13) 汚染土壌における有用植物-微生物共生修復システムに関する基礎研究 …………… 王効挙、細野繁雄
- (14) 県内の河川におけるPFOS、PFOAとその前駆物質の汚染実態の把握 …………… 茂木守、野尻喜好、細野繁雄
- (15) 環境被害の軽減を目的とした地域地震動特性の解析と詳細情報の整備 ……………
…………… 白石英孝、佐坂公規、松岡達郎、八戸昭一
- (16) 地質地盤インフォメーションシステムの運用と地域環境特性の解析―地質地盤汚染評価支援システムの構築― ……
…………… 八戸昭一、石山高、佐坂公規、高橋基之、白石英孝、松岡達郎
- (17) 埼玉県における光化学オキシダントの植物影響把握法の確立 …………… 三輪誠、小川和雄、嶋田知英、金澤光
- (18) 埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査 …………… 金澤光、小川和雄、嶋田知英、三輪誠
- (19) 希少野生動植物の遺伝的多様性評価に関する研究―ムサシトミヨのDNAマーカーの開発― ……………
…………… 三輪誠、金澤光、嶋田知英、小川和雄
- (20) 自然環境データベースのGISによる構築・運用 ―野生生物生息条件の空間的評価― ……………
…………… 嶋田知英、小川和雄、三輪誠、金澤光
- (21) 電気化学的手法による地下水中ヒ素のオンサイト化学形態別分析法の開発 ……………
…………… 石山高、八戸昭一、佐坂公規、長森正尚、高橋基之
- (22) ムサシトミヨ生息域における生活雑排水を対象とした簡易・効率的な水処理技術の開発と実証 ……………
…………… 木持謙、金澤光、高橋基之、王効挙、亀田豊、柿本貴志

[自主研究]

地球温暖化物質の精密モニタリングに関する研究

武藤洋介

1 目的

二酸化炭素は、人為的に排出される温室効果ガスのうち最も地球温暖化に影響を与えている。また、対流圏オゾンは、メタンに次ぐ温室効果を持つとされている。埼玉県では、気象庁の協力により世界的に基準の統一されたWMO標準ガスを基準とし、1991年に二酸化炭素濃度の観測を開始した。現在、WMO標準ガスを基準とした観測所は国内に数地点しかなく、特に都市部の近郊での観測は世界的にもあまり例がないため貴重な観測データとなっている。また、地上オゾン濃度についても1991年から観測を継続している。

本研究では、トレーサビリティの確保された大気中の二酸化炭素濃度の観測から、濃度の経年変化や季節変化、局地的な汚染の把握をし、対策の効果等について検討する。また、大気中のオゾン濃度の経年変化や季節変化、局地的な汚染の把握等についても検討する。

2 方法

二酸化炭素濃度の観測は、浦和、堂平山及び騎西において、地上約20mの採取口、除じん装置、除湿装置、非分散型赤外線分析及びデータ処理装置等から構成される、気象庁仕様の二酸化炭素濃度観測装置を用いて連続測定を行った。測定は毎秒行われ、その30秒平均値を1データとし、1時間内のデータ数が60以上ある場合に時別値を求めた。また、月平均値は、時別値を単純平均して求めた。

オゾン濃度の観測は、同地点において紫外線吸収法オゾン計による連続測定を行った。また、オゾンに関しては、同一測定方法による大気汚染常時監視測定結果も利用した。

なお、今回は、二酸化炭素濃度について解析を行った。

3 結果

二酸化炭素濃度の月平均値と12ヶ月移動平均値を図1に示した。各地点間の移動平均値での濃度差は、浦和と堂平山では18.6～22.4ppm、騎西と堂平山では12.1～14.9ppmで推移し、人為的な汚染の多い地点ほど堂平山との濃度差が大きかった。また、各地点とも1年周期の季節変化を示し、人為的な汚染の多い地点ほど振幅が大きかった。浦和と騎西においては、燃焼起源の窒素酸化物濃度の季節変化と同様に、大気の安定する冬季に二酸化炭素濃度が増加した。

堂平山においては、北半球中緯度に位置する清浄地域と同様に4月頃に極大、9月頃に極小となる季節変化を示した。

次に各地点間の月平均値から求めた各年度の平均値の濃度差と二酸化炭素排出量を図2に示した。それぞれ、ほぼ横ばいで推移したが、今後の削減対策が進んだ場合には地点間の濃度差が減少すると考えられ、排出量の統計値に先行して観測結果からも削減効果を確認できると考えられた。

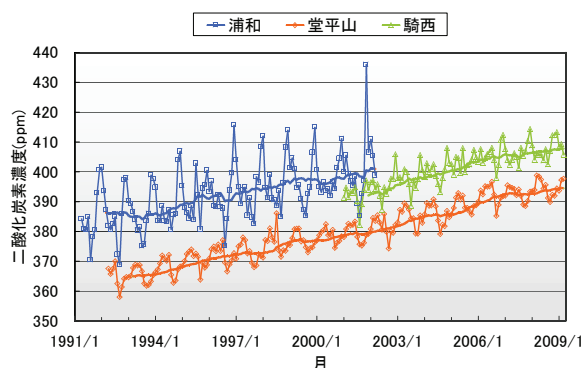


図1 二酸化炭素濃度の月平均値

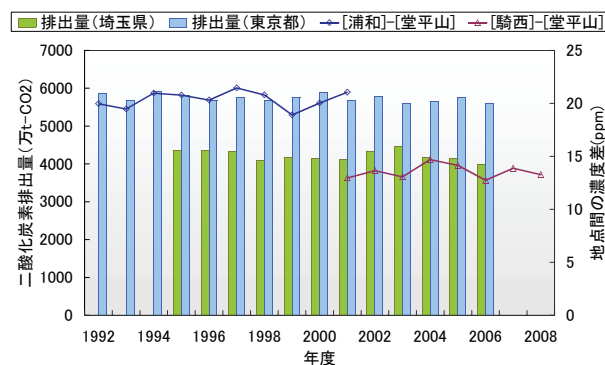


図2 各年度の平均値の濃度差と排出量との関係

4 今後の研究方向

埼玉県の観測結果が行政で広く利用されるように、定期的にデータ提供するとともに、固定発生源や移動発生源などからの排出量の詳しい統計値を研究目的として利用できるように、行政と連携して解析を進めていく予定である。また、観測結果をセンターのホームページ上で公開することにより、県民を対象に身近なデータを知ってもらう予定である。

[自主研究]

微小粒子PM1による大気の汚染特性に関する研究

米持真一 梅沢夏実 松本利恵 武藤洋介

1 目的

近年、SPMは全国的に環境基準達成率が向上し、大気中濃度も減少傾向にあり、埼玉県においても、平成18年度、19年度は全ての測定局で環境基準を達成した。社会の関心は、より深刻な健康影響の指摘される、粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子PM2.5に移っている。PM2.5については、1997年に米国で環境基準が設定され、更に2006年に強化された。国内においても、環境省を中心に健康影響や測定法に関する評価が進められ、PM2.5に関する動きは活発化している。

我々は、2000年から米国標準機であるPM2.5サンプラー(Thermo Electron, FRM2025)を用いて、1週間単位を基本とした連続捕集を行い、質量濃度や主要化学組成の分析を継続してきたが、化学組成も含めた、長期にわたるPM2.5の連続観測は、国内ではほとんど例がない。

一方でPM2.5は粒径 $2.5\mu\text{m}$ 、50%カットオフで分級されるため、粗大粒子の一部が混入する可能性がある。また、二次粒子やディーゼル排気微粒子中の元素状炭素(EC)などは $1\mu\text{m}$ 以下に偏在することも知られている。我々はこの微小粒子PM1に着目し、その連続的な観測も開始した。

2 方法



図1 PM1サンプラー

観測に際して作製したPM1サンプラー(図1参照)を使用した。なお、分級器には米国製のSharp Cut Cyclone(SCC)を用い、サンプラーの性能は、アンダーセンサンプラーとの並行運転によって確認した。PM2.5については従来どおりTEOMおよびFRM2025(いずれもThermo Electron社製)を用いた。粒子捕集用紙には石英繊維ろ紙を使用した。

3 結果

平成17年4月から平成20年4月までの3年間のPM1、およびPM2.5の週平均濃度の平均値はPM1が $17.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、PM2.5が $20.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この値は、米国のPM2.5の環境

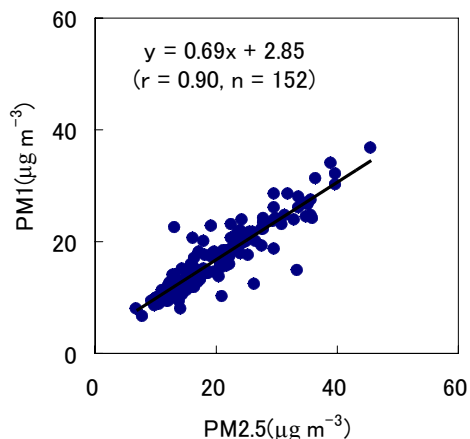


図2 PM2.5とPM1の質量濃度の比較

基準値($15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ただし3年平均)を上回っていた。図2にPM2.5とPM1の質量濃度の比較を示すが、両値には高い相関($r=0.90$, $n=152$)が見られた。質量濃度の比($\text{PM1}/\text{PM2.5}$)は0.83であった。

主要化学組成のPM1/PM2.5の3年間平均値は、主に無機二次粒子の主要成分である NH_4^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} およびECは全て0.8以上と高い値を示した。また、OCと Na^+ は0.7前後であった。これに対し、 Mg^{2+} は0.62、 Ca^{2+} は0.43と低い値となり、PM1中にはPM2.5と比べてこの2成分が他の成分と比べて少ないことを意味していたが、質量濃度では、PM2.5濃度からPM1濃度を概ね予測できることが分かった。

4 今後の研究方向

都心郊外に位置する騎西では、周囲に大規模な発生源が無いにもかかわらず、米国のPM2.5環境基準を超過する濃度レベルであった。またPM1、PM2.5中の SO_4^{2-} は夏期に最も高い割合を占めていた。微小粒子濃度を低減するためには、 SO_4^{2-} を抑制することが最も効果的と思われるが、十分に脱硫の進んだ現在、発生源がよく分からない部分も多く、同時に近年では中国からの移流なども報告されている。光化学生成由来のOCとともに、その動態について明らかにしていく必要がある。

[自主研究]

植物保護のための光化学オキシダント(オゾン)環境基準 の提言に向けた基礎的研究

米倉哲志

1 目的

埼玉県は、光化学オキシダント濃度が高く、近年、その濃度上昇傾向が認められている。この光化学オキシダントの大部分を占めるオゾンは植物などに悪影響を与えることが知られているため、本研究は、オゾンを対象として以下の2点について平成19～21年度において検討してきている。まず、埼玉県における現状レベルのオゾン濃度がどの程度の悪影響を農作物や樹木に与えているのか、また、植物保護の観点から考えた場合の適正な(許容できる)オゾン濃度はどの程度であるかについて検討・評価し、光化学オキシダント(オゾン)削減にむけた目標値を提唱する。次に、上記で得られた結果と、本県の光化学オキシダント濃度のモニタリング結果などを解析することによって、「埼玉県における光化学オキシダントの植物影響危険度評価マップ(仮称)」を作成し、大気汚染対策に活用できる情報を提供する事である。

平成20年度においては、日本の主要作物であり、埼玉県においても比較的多く生産されている水稻に着目し、収量に対するオゾンの影響を調べ、農作物保護の観点から考えた場合の許容できるオゾンレベルについて検討するために、オゾンのクリティカルレベルなどの評価を行った。なお、埼玉県における平成19年の水稻の作付け面積は約3万7000ha(全国16位)で、収穫量は約17万トン(全国18位)である。

2 方法

本研究では、自然光型オープントップチャンバー(OTC)を用いたオゾン暴露試験の結果を基に検討した。関東地方で多く育成されている品種を中心に12品種の水稻(コシヒカリ、キヌヒカリ、朝の光、あきたこまち、日本晴、ひとめぼれ、ヒノヒカリ、ふさおとめ、ミルクークイーン、彩のかがやき、きらら397、コシヒカリBL)を当センター設置の外気オゾン濃度比例追従型のOTC内で育成した。オゾン処理区として、空気を浄化してオゾン除去した処理区、外気をそのまま導入した処理区、外気オゾン濃度の1.5倍になるように添加した処理区の3処理区を設定した。5月下旬～10月上旬まで育成し(オゾン暴露期間124日(約3ヵ月))、収量を計測した。

3 結果

それぞれの水稻品種において、育成期間の昼間8時間のAOT40(40ppb以上のオゾン濃度の積算ドース)と、浄化空気区の収量を100とした時の各オゾン処理区の収量の相対値(相対収量)との関係について検討した(図1)。その結果、オゾンの収量に及ぼす影響の品種間差異が認められた。さらに、それぞれの品種について、欧州で用いられているオゾンのクリティカルレベル(5%の収量減収時におけるAOT40)を検討した結果、3ヵ月のAOT40値で、オゾン感受性が最も高い品種で4ppm・hで、12品種平均で7.7ppm・hであった。現在、欧州における農作物に対するオゾンのクリティカルレベルは、AOT40で3ppm・hであるが、これはコムギの収量に対するオゾンの影響を基に算出した3ヵ月間のAOT40値である。本研究と一概に比較はできないが、日本の水稻品種は欧米のコムギと比べてオゾン感受性が低く、比較的オゾン高感受性の水稻を対象としたオゾンのクリティカルレベルとしては、3ヵ月の昼間のAOT40で約4ppm・hが妥当な値であると考えられる。

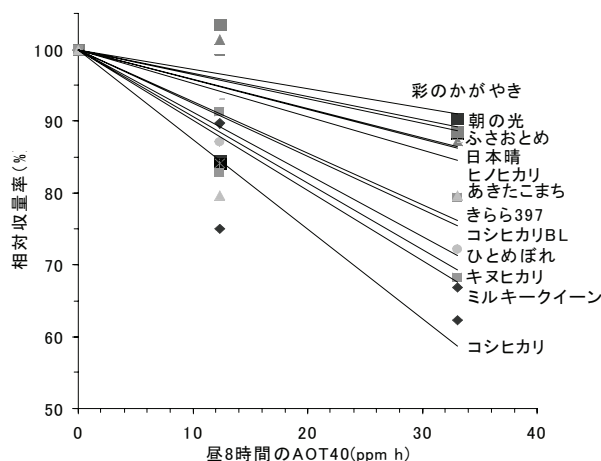


図1 12品種の水稻の相対収量とAOT40との関係

4 今後の研究方針

平成21年度は、樹木の成長等に関して、植物保護の観点からの許容できるオゾンレベルなどについて検討する。また、「埼玉県における光化学オキシダントの植物影響危険度評価マップ(仮称)」を作成する。

[自主研究]

連続稼働型デニューダ開発のための基礎的検討

米持真一 松本利恵 上田和範* 名古屋俊士* 小山博已**

1 目的

大気エアロゾルの計測は、通常、粒子をフィルター上に捕集し、これを重量測定や組成分析に供する。しかし、実際にはフィルター上へのガス状物質の吸着と、フィルター上から半揮発性成分の揮散が生じているため、捕集した粒子はこれらの影響を受けた結果を反映していることになる。粒子体

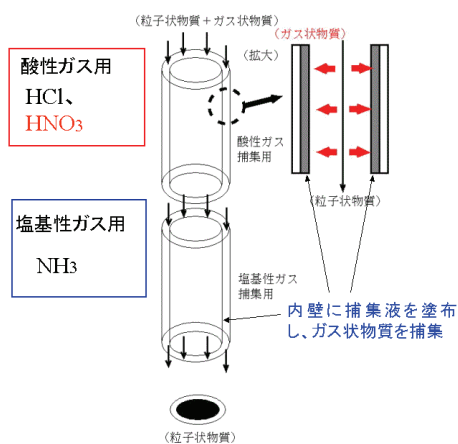


図1 従来のデニューダの概念図

を正確に評価するためには、バックアップフィルターを使用し、半揮発性成分を評価するとともに、粒子捕集用フィルターの前段にデニューダと呼ばれる捕集管を配置して、ガス状前駆物質を捕集する方法が取られる。(図1参照)。

デニューダ法では、塩基性ガス捕集用と、酸性ガス捕集用とに異なる捕集液を塗布し、最低1本ずつのデニューダを使用するが、一般的には多くの労力を要していた。デニューダは、通常、デニューダ内壁に捕集液を塗布する工程、実

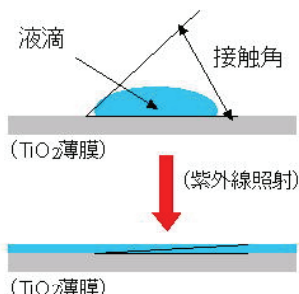


図2 超親水化作用の概念図

際に計測を行う捕集工程、これを取り外して捕集成分を抽出する工程を経た後、再度デニューダを使用するために捕集液を塗布する工程に戻る。このように、全ての工程を手作業で行う必要があるため、時間分解能を高めた長期間の

計測には不向きであると言える。また一方で、デニューダを交換せずに長時間の捕集を行おうとしても、捕集液の破過が起こるために、24時間程度で交換する必要がある。

酸化チタン(TiO₂)は紫外線の照射によって生じる光触媒酸化作用のほか、TiO₂薄膜上に滴下した水滴の濡れ性が紫外線の照射によって急激に高まる、光誘起親水化(いわゆる超親水化)が知られている(図2参照)。

本研究では、TiO₂の超親水化作用を利用することで、従来のデニューダの課題を解決した、新規デニューダの基本原理の検討とこれを利用したデニューダシステム開発を目指すための基礎的検討を行う。

2 方法

ガラス基板上にゾルゲル法によってTiO₂薄膜を形成した。まず、この表面に水滴を滴下して、紫外線を照射することで接触角が小さくなることを確認した後、デニューダの捕集液を滴下して、紫外線を照射し、接触角を測定することで、超親水化が発現するかを検討した。更に、標準ガスを用いて、流通型で捕集実験を行った。

3 結果

TiO₂薄膜上に滴下した純水で超親水化作用を確認できたため、11種類の捕集液を用いて、液滴の接触角を測定したところ、全ての捕集液の接触角は10°以下となり、速やかにガラス基板表面に広がり、超親水化作用が発現することが分かった。

標準ガス発生装置(パーミュータ, PD-1B)を用いて1ppmの二酸化硫黄(SO₂)を発生させ、捕集実験を行った。実験は、今回作成したTiO₂薄膜を形成させたガラス基板を利用した角形の実験用デニューダ(全長10cm)を用い、その後段に従来型デニューダをバックアップとして配置した。流速1 L/minで25分間の捕集では、後段のデニューダからはSO₂は回収されず、良好な捕集が行われたことが分かった。

4 今後の研究方向

捕集後の捕集液の回収(洗浄)、捕集液の再塗布について検討する。

[自主研究]

湖沼における大型二枚貝の多元的活用に関する基礎的研究

—二枚貝の安定供給化の検討—

田中仁志 田中大祐* 中村省吾*

1 目的

淡水産であるインガイ科の二枚貝は、大きな過能力やタナゴ類の産卵母貝として、水質の長期安定化や湖沼生態系において極めて重要な役割を担っている。従って、二枚貝の保護は、水質保全や多くが絶滅危惧種に指定されているタナゴ類の保護に大きく寄与すると考えられる。また、二枚貝は生息環境中に存在する蓄積性微量有害物質のモニタリング生物として活用できる。

本研究では、県内ため池に生息するドブガイを例として、水質保全やバイオモニタリングなど環境分野において多元的に活用するための第一段階として、二枚貝の人為的な安定供給化を目標とした、二枚貝の餌および給餌条件について明らかにすることを目的とする。

2 方法

2.1 二枚貝生息地における天然利用餌の評価

インガイ科ドブガイ(タガイ)が生息する県内のため池B沼において、平成21年3月4日にドブガイの採集を行い、解剖して消化管(胃および腸)内容物を得た。さらに生息環境試料として、沼水(表層水、底層水)およびドブガイと同時に採取された底質について、化学分析および16S rDNAを標的としたPCRを用いた変性剤濃度勾配ゲル電気泳動(DGGE)により、微生物群の種解析を行った。

2.2 二枚貝の市販餌を用いた給餌条件の検討

実験は前年度から継続して行った¹⁾。大阪府水生生物センターから分与された1~3年までのインガイ科インガイの幼貝を用いて、市販品の貝用飼料2種(DIC 貝飼料 BV-01、二枚貝用微粒子配合飼料「M-1」)および藍藻スピルリナパウダーの水溶液および溶媒の脱塩素水道水(対照実験区)の計4種類を定量送液ポンプ(EYELA製MP-1100)により、実験水槽へ供給した。給餌条件の検討のため、餌水溶液濃度やポンプ流量などは定期的に変化させた。実験期間中は、幼貝の生死を毎日確認するとともに、1ヶ月ごとに個体サイズを測定した。

3 結果と考察

3.1 B沼試料とドブガイ消化管内容物の分析結果

B沼における細菌を対象としたPCR-DGGEの結果、

表層水と底層水の間には、細菌群集構造に変化がないという昨年度の結果¹⁾に加え、底質は沼水と細菌群集構造が異なることが明らかとなった。さらに、ドブガイの消化管内容物は、沼水および底質のいずれのサンプルとの間で共通したバンドは認められなかった。このことから、ドブガイの消化管内は、生息環境試料中とは異なる、独自の細菌群集構造を形成している可能性が示唆された。

3.2 市販餌とインガイの生存率

図1に市販品の貝用飼料2種およびスピルリナパウダーを与えて飼育したときのインガイ幼貝の生存率を示す。水道水のみを与えた幼貝は、221日目にはすべて死亡した。スピルリナパウダーを与えた幼貝の生存率は、水道水のみとほぼ同様に推移した。M-1給餌区では、BV-01給餌区で全滅した221日目においても、約6割の幼貝が生存していた。市販貝用飼料を比較すると、BV-01よりもM-1の方が、インガイの餌としての利用可能性が示唆された。なお、本研究結果からの給餌適当量は、インガイの総湿重量あたり、約1%程度(乾燥重量 $\text{g} \cdot \text{day}^{-1}$)が目安になると推量された。

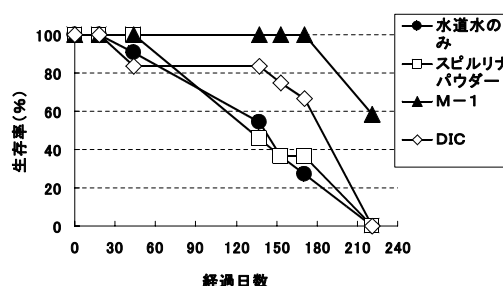


図1 餌の種類とインガイ幼貝の生存率の経時変化

4 今後の研究方向

本研究から、今後は6ヶ月を超えてから生存率の向上が課題となる。生息地から分離した珪藻等を利用した餌条件の検討および二枚貝の腸内内容物の個体差を明らかにする。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、大阪府環境農林水産総合研究所水生生物センター上原博士にはインガイの幼貝を、株式会社 スピルリナ研究所にはスピルリナパウダーのサンプルを提供していただいた。ここに記して深謝する。

参考文献 1) 田中ら(2008) 埼玉県環科国七報, 8, 135.

[自主研究]

湧泉の立地特性と水質形成に関する基礎的研究

高橋基之 田中仁志 石山高 八戸昭一 佐坂公規

1 目的

健全な水循環の担い手として、さらに土壌・地下水汚染が懸念される地下環境のバロメータとして、湧泉の環境保全価値は非常に高い。特に湧水水質は、有機物量が少なく清澄なことを特徴とするが、湧出後の環境条件により汚濁が進んでいる湧泉もあり、その保全手法の確立は重要な課題である。本研究では、湧水中の溶存成分に着目し、その起源及び特性について把握する。水質形成に関与する要因として、地形・地質及び湧出後の環境条件から解析・評価し、湧水水質の特徴と有機汚濁の生成要因を明らかにする。

2 方法

県内の湧泉のうち、年間を通して湧水があり、湧出機構及び環境条件が異なる所沢市菩提樹池及び三芳町こぶしの里の2箇所を調査対象とした。菩提樹池は県南西部の狭山丘陵に位置し、山口貯水池と村山貯水池に近い丘陵地内の谷頭から湧出している柳瀬川支川の源流である。こぶしの里は武蔵野台地北部の柳瀬川左岸(北側)に位置し、台地の崖線から湧出している。

平成20年度は4回の調査を実施した。各々湧出点と流下過程で採水し、現地で水温、DO、流量を計測した。水質項目は、pH、EC、有機物としてDOC及び三次元蛍光励起発光スペクトル(EEMs)、陽イオン類、陰イオン類、金属類としてAl、Fe、Mn及びSiを測定した。また、攪拌加圧限外ろ過による分子量分画(MWC:10KDa、3KDa、1KDa、500Da)を行い、各成分の分子量分布特性を把握した。

3 結果

湧泉の流下地点での流量変動は、菩提樹池が42~220(平均140)L/分、こぶしの里が280~1260(平均690)L/分、最小と最大の比は約5倍あり、昨年度と同様に秋期が最も湧出量が多かった。一方、水質変動は、水温を除いて各項目とも比較的小さく、季節や流量の影響を受けずに安定していた。水質の特徴として、地質との相互作用を反映する導電率では、菩提樹池が約7mS/mであり、こぶしの里の約30mS/mと比べて非常に小さく、イオン類も低濃度であった。また、菩提樹池はDOC濃度が高くFe及びMnが検出された。

こぶしの里・湧出地点及びDOCやFe等の濃度が高い菩提樹池・流下地点における溶存成分の分子量分画の結果を図1に示す。イオン類は、Mg及びCaの約10%が画分1KDa以上に分布している他は1KDa以下であり、大半は画分500Da以下に分布していた。Siも90%以上が画分500Da以下にあり、形態は不明であるが小さな分子として溶存していることが示唆された。菩提樹池のDOCは、画分10KDa以上に約25%が分布していた。Feも90%以上が同画分にあることから、有機無機複合コロイドとして存在していることが推察された。

4 今後の研究方向

湧泉涵養域の地質及び土地利用形態と水質形成要因の解析を行う。また、湧出後のFe及びDOCの形態と濃度増加メカニズムの解明を行い、湧泉を保全するための環境条件を提示する。

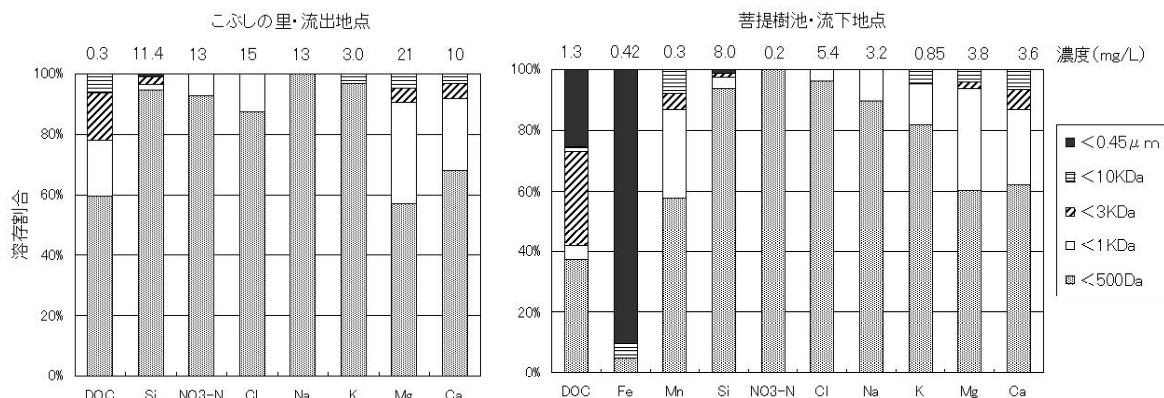


図1 湧水中溶存成分の分子量分画による溶存割合

[自主研究]

埼玉県内に生息する魚介類に対する環境中の紫外線吸収剤の生態リスク評価及びヒトの暴露量に関する研究

亀田豊 金澤光

1 目的

近年、紫外線吸収剤の水環境中汚染について国内において関心が高まりつつある。紫外線吸収剤は化粧品に日焼け止め成分として使用されるほか、プラスチックや包装材、塗料などの高分子製品には製品の耐候性向上のために混合されている。しかし、一方で近年紫外線吸収剤はemerging contaminants(現在は水環境に関する規制はないが今後必要と考えられる化学物質)としてアメリカやヨーロッパでは考えられている。ここ数年になり、水環境中からのこれら紫外線吸収剤の検出や水生生物への蓄積が報告され始めたが、いまだ断片的な情報となっている。

そこで本研究では、国内外で現在使用が予想される紫外線吸収剤の河川や湖沼水中濃度、その汚染源、さらには魚類や底生生物などの水生生物への蓄積量や毒性を明らかにし、水生生物に対する紫外線吸収剤の生態リスク評価を行うことを目的としている。加えて、飲料水や食物を通じて埼玉県民の紫外線吸収剤の摂取量を推定し、ヒトへの健康影響に関する基礎的情報を入手することも目的としている。本年度は国内で使用されている紫外線吸収剤の調査及びそれらの環境中濃度の分析手法の開発、さらには埼玉県内の河川水中の濃度を測定した。

2 方法

2.1 国内で使用されている紫外線吸収剤の調査

本研究では現在使用されていると予想される紫外線吸収剤をインターネットで調査し、その一部を入手した。入手できた物質は、ベンゾトリアゾール系9種、ベンゾエート系3種、ベンゾフェノン系4種、トリアジン系1種、フェニルサリシレート系2種、アクリレート系2種、HALS2種、それ以外の化粧品として使用されている物質7種、計30種であった。

2.2 紫外線吸収剤の多成分同時分析手法の確立

入手した物質の環境中濃度の同時分析手法として、溶解態濃度の分析方法に固相カートリッジを前処理法としたGC/MSによる分析方法を検討した。また、底質、懸濁態中濃度の分析方法には超音波抽出、フロリジルカラムによる分画を前処理としたGC/MSによる分析方法を検討した。

2.3 県内の河川水中紫外線吸収剤濃度の把握

8河川及び1湖沼について、水中及び底質中の紫外線吸

収剤濃度を確立した分析手法で分析した。8河川のうち、入間川、市野川、元荒川については採水地点を下水処理場処理水との混合地点とした。その他の採水地点は綾瀬川(なわて橋)、不老川(山王中付近)、鴨川(諏訪前橋)、越辺川(落合橋)、柳瀬川(志木大橋)とし、2008年12月に採水した。

3 結果と考察

入手できた紫外線吸収剤のうち、今回検討した分析手法で生態リスク評価に十分利用できるレベルの回収率及び定量下限値が得られた物質は22物質であった。これら22物質について埼玉県内の河川水中濃度を測定した(図1)。この結果、調査したすべての水中及び底質中から紫外線吸収剤が検出された。また、その濃度組成は水域により大きく異なった。また、人為的影響が小さいと考えられる名栗湖においても検出された。

4 今後の研究方向

紫外線吸収剤の発生源の推定や水生生物への蓄積性および生態リスク評価を行う。

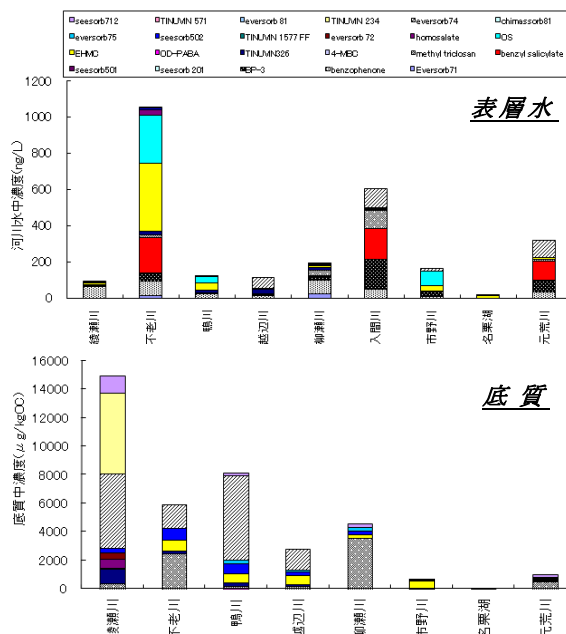


図1 調査水域の表層水及び底質中の紫外線吸収剤濃度

[自主研究]

水環境診断ツールを活用した河川流域汚濁負荷解析モデルの構築

柿本貴志 高橋基之 嶋田知英

1 研究背景と目的

埼玉県や県内市町村の各種の部署において、様々な環境関連データがこれまで蓄積されている。しかし、長年環境行政に携わってきた担当者の異動や退職により、担当者個人に属していた情報知識が現場から失われてしまうことや、各種データが分散して存在し、かつ、それらのデータの間を定量的に把握する枠組み(モデル)が不在であるため、データが有機的に組み合わせられず、十分に活用されていない。よって、データや情報の収集、知識の伝承、情報公開を支援するデータベースや、蓄積されたデータを使用して様々な情報を引き出すことを可能にするモデルの構築に対するニーズは高いものと思われる。

当センターでは平成20年度から取り組む里川再生事業において、データの視覚的表現に優れたGISをデータ集積基盤として用い、水環境関連データの集積と構造化・可視化を図り、県民や環境関連部局への情報提供を積極的に推進するシステム(水環境診断ツール)の構築を行う。本研究では、本システムの中で特に河川の汚濁原因を解析可能とするシステムの構築を行なうことと、構築したデータベースのうち汚濁負荷発生源等のデータから河川水質を定量的に予測できる河川水質予測モデルを構築することを目的とする。これらのシステム開発により図1に示されているような機能を県民、行政に提供することを目指す。平成20年度は汚濁負荷量解析に使用する汚濁負荷発生源データのGISデータ化と、河川上・下流の関連づけ手法について検討した。

2 水環境診断ツールの構築方法

2.1 水環境関連データのGISデータ化

公共用水域水質データと各種汚濁負荷排出源ごとの負荷発生量データを組み合わせ、環境基準点における汚濁負荷解析をおこなう。そのために、まず発生源に関連するデータ(表1)をGISデータ化した(作業中も含む)。

2.2 河川上・下流の関連づけ手法

河川データのネットワーク解析にはArcHydroのハイドロネットワークを作成する方法をとるのが有名であるが、本研究では亀山の方法に基づき、河川区間にIDを割り当て、ネットワーク構造を構築した。

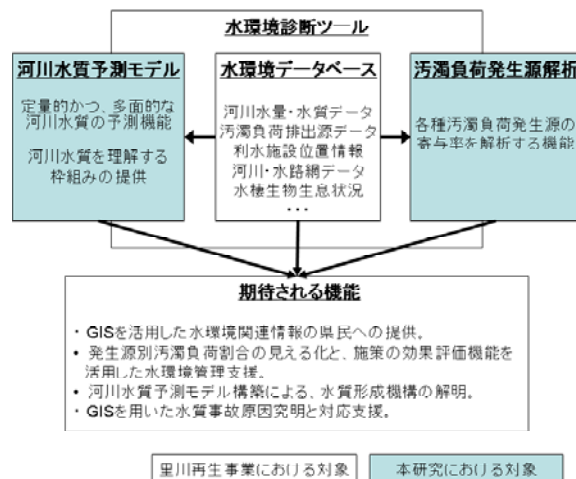


図1 里川再生事業と本研究の対象領域

表1 汚濁負荷解析に必要な登録予定データ一覧

	データの中身
特定事業場	水濁法等対象事業場の点データ
生活排水処理施設	農集排, 浄化槽等の点データ
下水道施設敷設状況	暗渠, 都市下水路の線データ、ポンプ場, 雨水吐き室の点データ
土地利用形態	都市域, 農地, 森林域の面データ
水質データ	環境基準点における水質データ

3 進捗状況と今後の方針

平成20年度は汚濁負荷解析を実施するための発生源データ、水質データのGISデータ化と河川の上・下流の関連付けを試み、以下の段階まで到達した。

- ・ 特定事業場のポイントデータ作成。
- ・ 公共用水の河川水質データ作成。
- ・ 河川ネットワーク構造の構築

今後はGISデータの構築を進めるとともに各種データの関連づけに取り組む。

参考文献

- 1) 亀山哲(2007)「4.河川の解析」『自然環境解析のためのリモートセンシング・GISハンドブック』, 古今書院。

[自主研究]

PRBシステムを応用した廃棄物最終処分場浸出水の場内浄化システムの構築

渡辺洋一 川崎幹生 小野雄策

1 目的

廃棄物埋立処分場においては、雨水等の流入により様々な化学物質が埋立廃棄物から溶出し、微生物分解される過程では分解生成物が溶出しガスが発生する。埋立処分場内部は嫌気性であるため微生物分解の速度が遅く、長期間にわたる維持管理が必要とされる。また、跡地利用の際の安全性や漏水事故等による周辺環境汚染の危険性が懸念されている。このため、処分場建設・管理、及び埋立方法をより安全なものとするためには、埋立処分場内部での化学物質の挙動を解明し、さらには処分場内での化学物質の固定、除去、あるいは早期安定化方法を確立することが重要である。

本研究では、平成17年度に建設した埼玉テストセル(大規模埋立実験装置)を用いて、PRB(浸透性反応壁)による浸出水の場内浄化の実験を行う。また、実処分場では得られない埋立地内部の詳細情報をモニタリングすることにより、埋立層内部の化学物質溶出機構を解明する。

2 方法

2.1 実験装置

実験に用いた埼玉テストセルの概要を図1に、充填した廃棄物等の組成を表1に示す。

テストセル4基それぞれの浸出水及び内部保有水を採取し、溶出成分の長期挙動の把握及びPRBの処理効果の持続性の検証等を行った。

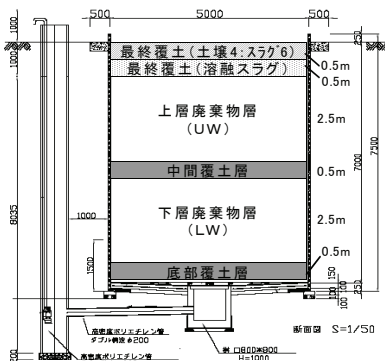


図1 テストセルの概要

表1 各テストセルの充填物配合

	セル1	セル2	セル3	セル4
最終覆土	土壌+スラグ	土壌+スラグ	土壌+スラグ	土壌+スラグ
上層廃棄物	廃棄物A	廃棄物A	廃棄物B	廃棄物B
中間覆土	PRB	スラグ	PRB	スラグ
下層廃棄物	廃棄物A	廃棄物A	廃棄物B	廃棄物B
底部覆土	PRB	スラグ	PRB	スラグ

廃棄物A 焼却灰50%、不燃ごみ等破砕物20%、シュレッターダスト30%
 廃棄物B 焼却灰47.6%、不燃ごみ等破砕物19%、シュレッターダスト28.6%、コンポスト4.8%

2.2 モニタリング方法

テストセル最下部に流出してくる浸出水及び内部各層の

保有水に含まれる有機汚濁成分(BOD、COD、TOCなど)、イオン類、揮発性脂肪酸、金属類(非金属類を含む)、有機化学物質(フェノール類等)をモニタリング項目とした。

3 結果

図2にPRBによる浸出水中汚濁物質の除去率の推移として、銅、ホウ素、CODの例を示す。

ただし、この除去率は、PRBを設置したセルと設置していないセルの浸出水中の濃度を単純に比較したものである。銅については、高い除去率を維持している。

また、ホウ素、CODについても埋立初期は高い除去率を示していたが、時間の経過とともに除去率の低下が認められた。しかし、これらの物質についても、埋立初期の高濃度での溶出はPRBにより著しく抑制されたことが明らかとなった。

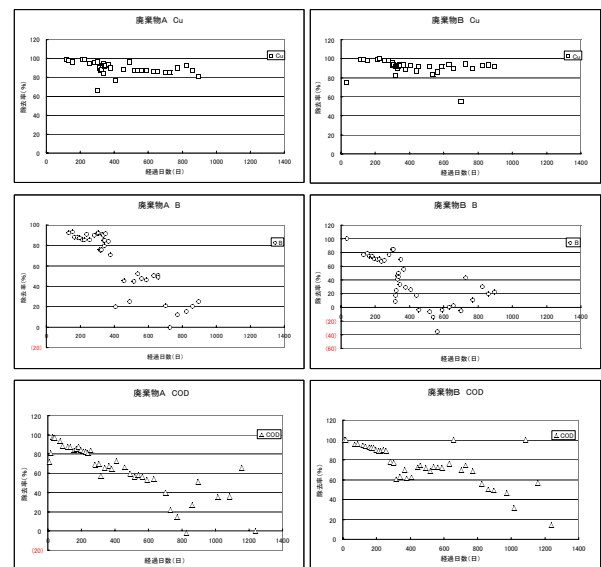


図2 PRBによる浸出水汚濁物質除去率の推移

4 今後の研究方向

テストセルモニタリング結果による化学物質等の溶出挙動、ガスの発生、及びPRBの効果の継続性の明確化に加え、種々の廃棄物、化学物質を用いた室内実験を行うことにより、埋立廃棄物の種類、埋立地規模等に応じたPRBの配合、構造を決定する予定である。

[自主研究]

廃棄物最終処分場における地球温暖化ガスの発生量に関する研究

長森正尚 渡辺洋一

1 目的

我が国におけるメタン総排出量のうち約23% (地球温暖化ガス総量の0.43%) が、廃棄物最終処分場 (以下、処分場) の寄与とされている (2006年度)¹⁾。しかし、その推計方法の基データにあたる埋立廃棄物の質と量については精度ある統計の整備が進まず、また、埋立廃棄物の安定化の状況によりガス組成が経年変化することが考慮されていない。他方、近年の埋立廃棄物は焼却残渣を主体とする無機性廃棄物の割合が大きく、処分場内の保有水がアルカリ化しているケースが見受けられる。メタンを生成する嫌気性菌の至適pHは6.5~8.6であり、アルカリ性を示す保有水内では活性が極端に落ちることが予想される。

これらのことから、処分場からのメタンガス放出量算定に当たっては、特徴の異なる幾つかの処分場を実際に測定して、それぞれでの代表的な実態を知ることが必要となるが、メタンガス放出量の測定方法が定まっていないのが現状である。

本年度は、実処分場におけるガス放出量の推定方法について検討する前段階として、メタンフラックスを比較的簡易に測定する方法の開発を行った。

2 方法

対象処分場は、平成13~18年度にかけて廃棄物が約52万t埋め立てられており、約2.5mの最終覆土が敷設されている。調査にあたって、処分場を横断するように200mのトランセクトを設置し、調査地点は5m間隔 (T0~T200) とした。

まず、層内ガスの地表面からの放散しやすさを把握するために、通気係数の原位置測定を7月、8月及び12月に実施した。なお、地表面に雨水が溜まっているポイントは除いた。

次に、地表面から放散されるメタンガスを一定容積の容器内に捕集し、その濃度上昇から放出量を推定するチャンバー法により測定した。それらの方法は、静置式 (閉鎖型) チャンバー法 (以下、A法) に加え、図1に示すレーザーメタン計を用いた簡易調査法 (以下、B法及びC法) とした。特に、C法は底面 (地表面) を大きくすることにより、測定地点の削減を目指している。測定にあたっては、B法の測定範囲を網羅するように他法を実施した。なお、メタンフラックス調査を実施した地点は、T0、T10、T25、T90、T160及びT190の6点とし、あわせて覆土内 (深度45~90cm) のガス濃度も調査した。

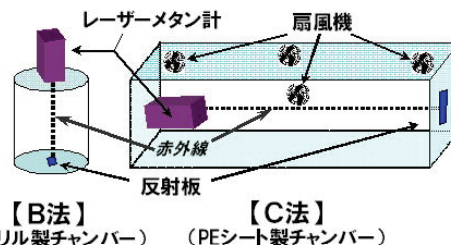


図1 メタンフラックス測定手法の概要 (底面のみ開放系)

3 結果

トランセクト上41地点について通気係数を延べ98地点調査したところ、0.0~78.5 μm^2 と範囲が大きく、さらに同じ地点においても調査日によって異なっていた。

次に、メタンフラックスの調査結果を表1に示す。測定方法として確立されているA法を用いた場合に、不検出~1.2 $\text{mL}/\text{m}^2/\text{分}$ の範囲にあった。さらに、B法では不検出~0.95 $\text{mL}/\text{m}^2/\text{分}$ 、C法では不検出~0.68 $\text{mL}/\text{m}^2/\text{分}$ の範囲で、3つの方法で得られた結果及び通気係数との間には有意な相関関係が認められなかった。この原因に、方法により測定する表面積が異なることが挙げられる。測定地点が僅かでも異なると、ガスフラックスが大きく異なる可能性が示唆された。

一方、T25についてはフラックスの値に違いはあるものの、全ての方法で最高値が得られた。そこで、覆土内のメタンガス濃度を調査したところ、T25のみが9,600ppmvと高いことが分かった。このことから、地表面からのメタンフラックスは、覆土内ガス濃度を強く反映していることが分かった。

表1 調査結果

	地点名						底面積 (m^2)	
	T0	T10	T25	T90	T160	T190		
通気係数 (μm^2)	40	4.7	13	13	33	4.9	—	
メタンフラックス ($\text{mL}/\text{m}^2/\text{分}$)	A法	<0.001	<0.001	1.2	0.012	<0.001	0.002	0.21
	B法	0.16	0.11	0.95	<0.005	0.15	0.13	0.066
	C法	<0.01	0.03	0.68	<0.01	<0.01	<0.01	1.2
覆土内メタン濃度 (ppmv)	25	4	9,600	3	36	170	—	

*通気係数は3回の平均値

4 今後の研究方向

メタンフラックスの測定方法を確立するとともに、調査数を増やし、埋立廃棄物や埋立構造との関係を明らかにする。

参考文献

- 1) 環境省 (2008) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書。

[自主研究]

一般廃棄物焼却残さ等のリサイクルの方向性に関する研究

倉田泰人 長谷隆仁

1 研究の背景・目的

日本における一般廃棄物の処理は焼却が主流であり、それにより主灰と飛灰が発生する。また、熔融施設が設置されている場合には熔融スラグと熔融飛灰が発生する。これら「焼却残さ等」は埋立処分される他、一部はセメント原料や土木工事資材等にリサイクルされている。

現在、日本国が推進する循環型社会の形成において、最終処分量を平成12年度を基準に概ね60%削減させることとしている。廃棄物の有効利用は、いわゆる資源ごみを中心として行われてきたが、焼却残さ等のリサイクルも積極的に行われたことにより埋立量が減少しつつある。

埼玉県における廃棄物処理の当面の課題の一つは、埼玉県が策定した第6次廃棄物処理基本計画における最終処分量の削減、県外埋立依存率の低下を推進することである。

本研究では、埼玉県における焼却残さのリサイクルを量的な面のみならず、環境負荷、焼却残さの資源としての価値の視点で、最終処分やリサイクルに係る物流、さらに焼却残さ等の最終処分による環境影響の可能性に関する現状と課題を整理し、焼却残さ等のリサイクルの方向性について提示することを目的とした。

2 埼玉県における焼却残さの現状と課題

2.1 焼却残さ等の物流の現状と課題

平成18年度における焼却残さ等の発生量は248,972トンであり、145,502トン(58%)が埋め立てられ、103,470トン(42%)がリサイクルされていた。最終処分先は、自己処分場、埼玉県環境整備センター、県外最終処分場であり、平成18年度におけるそれぞれの埋立量は、平成15年度比でそれぞれ71%、74%、92%であった。県外埋立量は、関東及び関西地方、長野県で年々減少しているのに対して、東北地方が全体の78%と多いのみならず、微増状態にある。また、セメント原料として24.7%がリサイクルされ、熔融スラグ、人工砂がそれぞれ9.8%、2.7%利用されていた。現在のところ、人工砂としての利用量が増加しているが、セメント原料及び熔融スラグの利用は横ばい状態にあり、リサイクル用途は限定的である。県外埋立量の80%は飛灰及び熔融飛灰であることから、飛灰のリサイクルを推進することが県外埋立量の削減に重要な課題となっていることが明らかとなった。

2.2 リサイクル用途とその限界等

焼却残さのリサイクルの方向性としては、主灰と飛灰のセメント原料化、主灰を原料とした人工砂や熔融スラグの土木工

事資材及び二次製品原料の用途が主である。太平洋セメント熊谷工場における処理能力63,000トン/年がセメント原料化の当面の制限因子である。熔融スラグのリサイクル率は約60%で、その用途が限定的であることがリサイクルを推進する上でのネックとなっている。

2.3 焼却残さ等の埋立処分による浸出水水質への影響

一般廃棄物最終処分場に埋め立てる廃棄物の種類が浸出水の水質に与える影響について調べた。水質に与える影響は、埋立廃棄物の組合せ(主灰のみ、主灰+飛灰、熔融スラグのみ、主灰+破碎不燃物、主灰+破碎不燃物+飛灰、破碎不燃物のみ)の6分類について評価)に依存し、未規制物質のうち、飲料水質基準の設定された1,4-dioxaneや内分泌攪乱化学物質であるbisphenol Aはいずれも飛灰を埋め立てた浸出水に高濃度で検出されている。このことから、環境影響の可能性を低減化させるため、飛灰は無害化させた後にリサイクルさせることが望ましい。

2.4 資源価値からみた熔融飛灰のリサイクル

熔融飛灰は最終処分されることが多いが、有用金属類を高濃度で含むとされ、山元還元によるリサイクルが行われる場合がある。県内A市の熔融飛灰について成分分析を行ったところ、資源価値ベースで、マンガン、亜鉛、銅等が多く存在することが認められた。受入条件の点から、熔融処理または塩化揮発法による山元還元が現実的である。ただし、埼玉近県には処理施設がなく、遠距離輸送が課題となっている。関東圏に処理施設を誘致することが資源確保の目的に適うと考えられる。

2.5 セメント資源化による温室効果ガスの排出

焼却残さをセメント原料として利用することにより、焼却残さを埋立処分するために運搬する際のCO₂排出量は平成13年度から15年度にかけて15%削減された。

3 焼却残さ等のリサイクルの方向性

埼玉県における焼却残さリサイクルの基本的な方向性は、従来のセメント原料、熔融スラグ及び人工砂の土木工事資材としての利用を中心に進めていくことである。また、県外埋立量を削減するためには、飛灰や熔融飛灰のリサイクル施設の設置を検討することが重要である。単に、焼却残さの資源化を目的とするのではなく、来るべき資源循環型社会におけるレアメタル等の総合的な資源化拠点として位置づけることが望ましい。

[自主研究]

4指標異性体濃度測定によるダイオキシン類の簡易測定法の開発

大塚宜寿 蓑毛康太郎 野尻喜好 細野繁雄

1 背景

国内におけるダイオキシン類の主な汚染源は、燃焼、PCB製品、PCP製剤、CNP製剤の4つと言われている。我々は、2,3,4,7,8-PeCDF、#105-PeCB、1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、1,2,3,7,8-PeCDDの濃度が、それぞれ上記4汚染源に由来するダイオキシン類濃度(TEQ)の指標となることを見出し、これら4つの指標異性体の濃度から、それぞれ4つの汚染源に由来するTEQ(TEF1998)を得る方法を報告した¹⁾。この方法を応用すれば、公定法の29に対し、わずか4つの異性体の濃度を測定することでTEQを得ることができる。29の異性体を分離・定量するためには、HRGC/HRMS測定を2回以上行う必要があり、測定には数時間を要する。これに対して、4指標異性体のみを分離・定量する場合には、1回の測定で完了する可能性があり、測定時間の大幅な短縮が期待できる。

2 測定条件の再検討

分離カラムにDB-17msを用いて得られたTEQ(TEF1998)は、広い濃度範囲で公定法によるTEQと概ね一致したが、1,2,3,7,8-PeCDDの分離が不十分であったため、やや高めの値となった²⁾。より正確にTEQを推算するためには、さらに測定条件を検討する必要がある。そこで、DB-5msとDB-17msを直列につないだ分離カラムについて検討したところ、10mのDB-5msと20mのDB-17msの組み合わせで、目的の異性体を良好に測定できることを見出した³⁾。本簡易測定法において測定に要する時間は、わずか40分であり、公定法に比べて測定時間を大幅に短縮できた。

3 新しいTEFへの対応

TEFの一部が変更されたことから、この新しいTEF(TEF2006)に対応したTEQの推算方法を検討した⁴⁾。TEF2006を用いた場合も、各汚染源の指標異性体には、TEF1998の場合とそれぞれ同一の異性体を選択することができた。このため、前述の測定条件を適用することができる。既報¹⁾と同様にして、燃焼、PCB製品、PCP製剤、CNP製剤の各汚染源に由来するTEQの推算式を得た。環境試料のTEQは、上記4汚染源に由来するTEQの合計で近似できることから、4指標異性体濃度からTEQを推算する式を得た。

[4指標異性体濃度からTEQ(TEF2006)を推算する式]

$$TEQ = 1.11 \times C_{2,3,4,7,8-PeCDF} + 0.000553 \times C_{\#105-PeCB} + 0.0402 \times C_{1,2,3,4,6,7,8-HpCDD} + 1.30 \times C_{1,2,3,7,8-PeCDD}$$

4 環境試料での確認

埼玉県内で採取した土壌試料、河川底泥試料、大気試料、河川水試料について、公定法および本簡易測定法でTEQ(TEF2006)を求め、比較した結果を図1に示す。検討したすべての媒体において、本簡易測定法で得られるTEQは、公定法によるTEQと良好に一致した。

文献

- 1) 大塚ら(2007) 環境化学, 17(3), 377-386.
- 2) 大塚ら(2008) 埼玉県環境科学国際センター報, 8, 140.
- 3) 蓑毛ら(2008) 第17回環境化学討論会講演要旨集, 364-365.
- 4) 大塚ら(2008) 第17回環境化学討論会講演要旨集, 362-363.

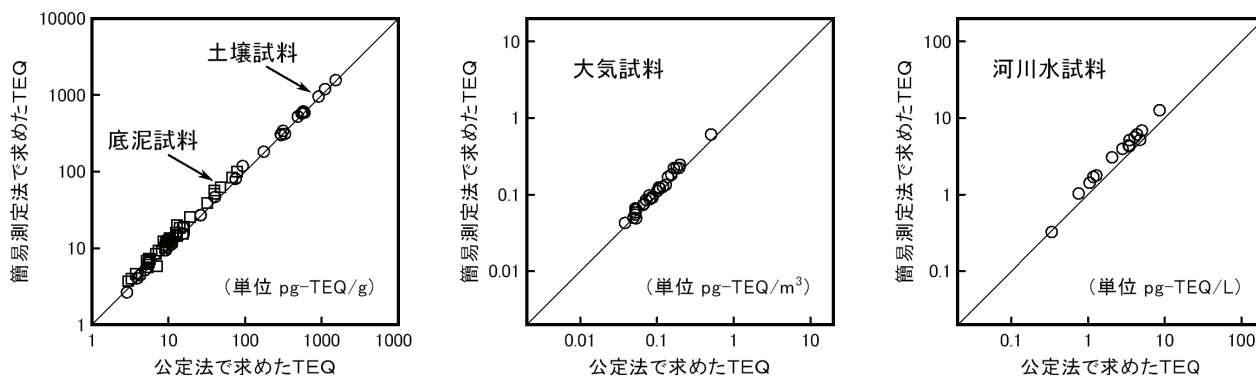


図1 土壌試料、河川底泥試料、大気試料、河川水試料における公定法での結果との比較 (TEF2006)

[自主研究]

4指標異性体濃度測定によるダイオキシン類の簡易測定法の開発

大塚宜寿 蓑毛康太郎 野尻喜好 細野繁雄

1 背景

国内におけるダイオキシン類の主な汚染源は、燃焼、PCB製品、PCP製剤、CNP製剤の4つと言われている。我々は、2,3,4,7,8-PeCDF、#105-PeCB、1,2,3,4,6,7,8-HpCDD、1,2,3,7,8-PeCDDの濃度が、それぞれ上記4汚染源に由来するダイオキシン類濃度(TEQ)の指標となることを見出し、これら4つの指標異性体の濃度から、それぞれ4つの汚染源に由来するTEQ(TEF1998)を得る方法を報告した¹⁾。この方法を応用すれば、公定法の29に対し、わずか4つの異性体の濃度を測定することでTEQを得ることができる。29の異性体を分離・定量するためには、HRGC/HRMS測定を2回以上行う必要があり、測定には数時間を要する。これに対して、4指標異性体のみを分離・定量する場合には、1回の測定で完了する可能性があり、測定時間の大幅な短縮が期待できる。

2 測定条件の再検討

分離カラムにDB-17msを用いて得られたTEQ(TEF1998)は、広い濃度範囲で公定法によるTEQと概ね一致したが、1,2,3,7,8-PeCDDの分離が不十分であったため、やや高めの値となった²⁾。より正確にTEQを推算するためには、さらに測定条件を検討する必要がある。そこで、DB-5msとDB-17msを直列につないだ分離カラムについて検討したところ、10mのDB-5msと20mのDB-17msの組み合わせで、目的の異性体を良好に測定できることを見出した³⁾。本簡易測定法において測定に要する時間は、わずか40分であり、公定法に比べて測定時間を大幅に短縮できた。

3 新しいTEFへの対応

TEFの一部が変更されたことから、この新しいTEF(TEF2006)に対応したTEQの推算方法を検討した⁴⁾。TEF2006を用いた場合も、各汚染源の指標異性体には、TEF1998の場合とそれぞれ同一の異性体を選択することができた。このため、前述の測定条件を適用することができる。既報¹⁾と同様にして、燃焼、PCB製品、PCP製剤、CNP製剤の各汚染源に由来するTEQの推算式を得た。環境試料のTEQは、上記4汚染源に由来するTEQの合計で近似できることから、4指標異性体濃度からTEQを推算する式を得た。

[4指標異性体濃度からTEQ(TEF2006)を推算する式]

$$TEQ = 1.11 \times C_{2,3,4,7,8-PeCDF} + 0.000553 \times C_{\#105-PeCB} + 0.0402 \times C_{1,2,3,4,6,7,8-HpCDD} + 1.30 \times C_{1,2,3,7,8-PeCDD}$$

4 環境試料での確認

埼玉県内で採取した土壌試料、河川底泥試料、大気試料、河川水試料について、公定法および本簡易測定法でTEQ(TEF2006)を求め、比較した結果を図1に示す。検討したすべての媒体において、本簡易測定法で得られるTEQは、公定法によるTEQと良好に一致した。

文献

- 1) 大塚ら(2007) 環境化学, 17(3), 377-386.
- 2) 大塚ら(2008) 埼玉県環境科学国際センター報, 8, 140.
- 3) 蓑毛ら(2008) 第17回環境化学討論会講演要旨集, 364-365.
- 4) 大塚ら(2008) 第17回環境化学討論会講演要旨集, 362-363.

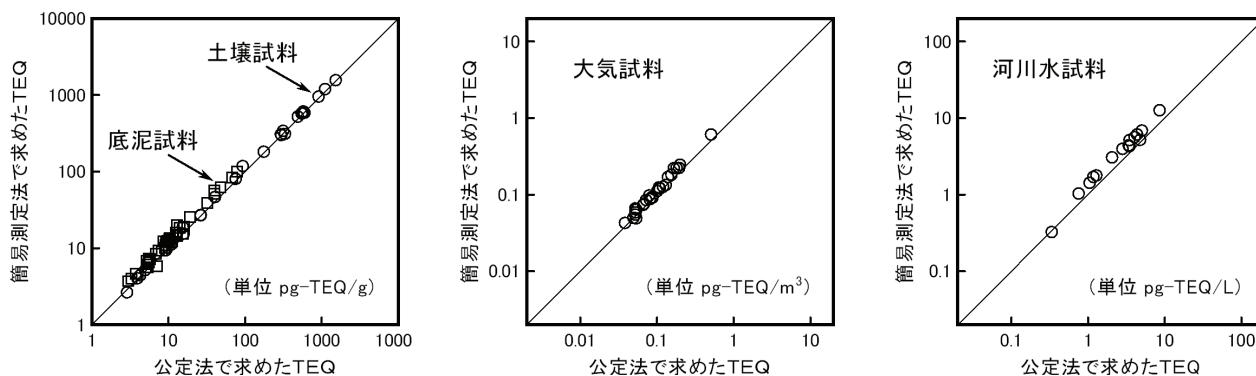


図1 土壌試料、河川底泥試料、大気試料、河川水試料における公定法での結果との比較 (TEF2006)

[自主研究]

汚染土壌における有用植物-微生物共生修復システムに関する基礎研究

王効挙 細野繁雄

1 目的

土壌汚染の修復技術として、植物の能力を活用したファイトレメディエーションが注目されている。この修復技術は、低コストで環境負荷が少なく、広範囲の汚染土壌に適用できるほか、汚染物質の拡散防止や緑化にも適している。他方、環境要因の影響が大きく、浄化に時間がかかることから、適用が限られている。これまでの研究で、有機汚染物質の分解能力を持つ白色腐朽菌を接種する、植物-微生物共生修復システムという新たな土壌修復促進手法を構築した。本研究では、この共生修復システムの適用性を向上させるため、資源植物の利用へとシステムの種類を拡大し、収益性を兼ね備えた修復技術の確立を目的としている。

昨年度、新たな有用微生物としてヒラタケを評価し、エノキタケよりも有望であること、汚染土壌における発芽率、成苗率及び生育量は、大麦が小麦に比べて大きいこと、ヒラタケ菌液の根圏接種により小麦、大麦ともに増加することを確認した。今年度は、小麦、大麦及びヒラタケの菌液を組み合わせたシステムについて、土壌微生物数、ダイオキシン類の低減効果を評価した。また、夏植物と組合せたシステムについても、同様の評価を試みた。

2 方法

2.1 微生物-冬植物の組合せによる修復効果

ヒラタケの菌液、小麦及び大麦をそれぞれ単独、または組み合わせて汚染土壌を処理し、6ヶ月処理後の土壌の一部を用いてダイオキシン類を測定した。無処理の汚染土壌を対照とし、修復効果を評価した。

2.2 微生物-夏植物の組合せによる生育量評価

冬植物を用いて修復試験した後の土壌に、夏植物のヒマワリ及びトウモロコシをそれぞれ単独、またはヒラタケの菌液と組み合わせて栽培し、植物生長への影響を評価した。

3 結果

3.1 微生物-冬植物の組合せによる修復効果

各条件で処理した土壌のダイオキシン類濃度、微生物数を図1に示す。

ダイオキシン類濃度は、無処理及び菌液処理に比べ、小麦、大麦のみを栽培した場合にもわずかな低減が見られるが、ヒラタケの菌液と組み合わせることで、24% (小麦) 及び35% (大麦) と低減効果が増加した。植物にヒラタケの菌液を組み合わせることで、汚染土壌の微生物数も増加した。

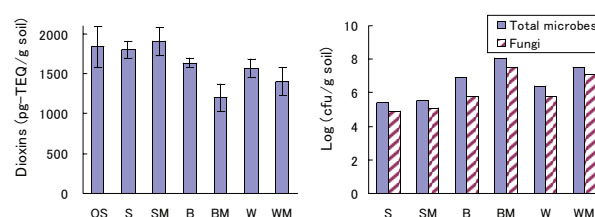


図1 土壌中ダイオキシン類濃度及び微生物量
OS: 試験前汚染土壌, S: 汚染土壌のみ,
M: ヒラタケ菌接種, B: 大麦, W: 小麦

3.2 微生物-夏植物の組合せによる生育量評価

各条件で栽培したヒマワリ及びトウモロコシの生育量を図2に示す。いずれの生育量も、ヒラタケの菌液と組み合わせることで増加し、農用地土壌と同程度を維持できた。

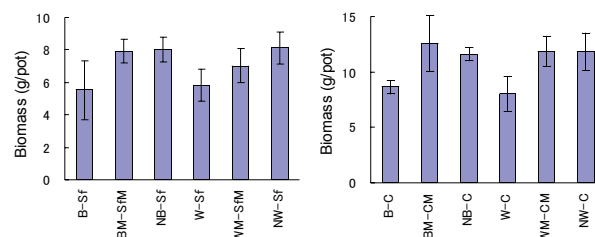


図2 各処理におけるヒマワリ(左)とトウモロコシ(右)の生育量
B: 大麦処理, W: 小麦処理, Sf: ヒマワリ, C: トウモロコシ,
M: ヒラタケ菌接種, N: 農用地土壌

4 今後の研究方向等

以上の結果から、ヒラタケの菌液接種が、汚染土壌における資源植物の生育及び冬植物における土壌微生物数の増加、ダイオキシン類濃度の低減に有効であることを確認した。夏植物収穫後の土壌ダイオキシン類は、現在分析中である。なお、本研究は、次年度から中国山西省の汚染農地における実証試験に移行する。

[自主研究]

県内の河川におけるPFOS、PFOAとその前駆物質の汚染実態の把握

茂木守 野尻喜好 細野繁雄

1 目的

撥水・撥油剤やフッ素樹脂原料として使用される有機フッ素化合物の一部は、生物に対する有害性や環境中の難分解性が指摘されている。これまでの研究で、県内の多くの河川水から全国の調査結果に比べて高い濃度のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)とペルフルオロオクタン酸(PFOA)が検出された。いくつかの河川で、それらの排出源を特定したが、多くの河川水でPFOS、PFOA濃度が高い理由は不明である。

一般に、PFOS、PFOAをアルコールアミドなどで修飾した物質は、防汚剤や殺虫剤等に利用されている。これらの物質は環境中で生分解され、最終的にPFOSやPFOAとして残留する。これらはPFOS、PFOAの前駆物質といえるが、これらの環境濃度に関する報告は少なく、埼玉県内における汚染状況は全くわかっていない。本研究は、県内の河川におけるこれらの物質の分布を明らかにし、PFOS、PFOAの全体的汚染に関する原因を解明することを目的とした。今年度は、既存の文献等を参考に前駆物質の分析方法を検討した。

2 方法

2.1 対象物質

対象物質は、PFOS及びその前駆物質(N-EtFOSE、N-MeFOSE、N-EtFOSAA、N-MeFOSAA、PFOSAA、N-EtFOSA、N-MeFOSA、N,N-Me2FOSA、PFOSA、PFOSi)、PFOA及びその前駆物質(8:2FTOH、8:2FTCA、8:2FTUCA)とした。各物質の特徴を考慮し、N,N-Me2FOSAと8:2FTOHはGC/MS、それ以外の物質はLC/MSによる同時分析方法を検討した。対象媒体は水試料とした。

2.2 LC/MSによる分析方法

対象物質の抽出には、ポリマー系固相(Oasis®HLB)を用い、最適条件を検討した。抽出液は、濃縮後、最適条件に設定したLC/MSで測定した。定量には、サロゲート物質による同位体希釈法を用いた。回収率は、標準品を精製水へ添加して求めた。

2.3 GC/MSによる分析方法

8:2FTOH、N,N-Me2FOSAの抽出は、ポリマー系(4種類)及び活性炭系(1種類)による水試料からの固相抽出法と、水試料を窒素パージし、ポリマー系固相カートリッジを通して捕集する方法(窒素パージ法)を比較した。GC/MSの最適条

件は、標準物質を用いて検討した。定量方法や回収率の測定は、2.2と同様に行った。

3 結果

LC/MS分析では、水試料中で容器壁等に吸着しやすい物質もあるため、使用した容器・器具の内壁をメタノールで洗浄して、回収した。また、アルカリ条件で固相抽出することにより、回収率が向上した。

GC/MS分析では、化学イオン化(ポジティブ)よりも電子イオン化において装置の検出下限値が良好であった。8:2FTOH、N,N-Me2FOSAの回収率は、固相抽出法ではいずれのカートリッジも50%前後であったが、窒素パージ法では、それぞれ100%、96%に改善された。

対象物質の検出下限値、回収率を表1に示した。装置及び操作の検出下限は、それぞれ0.0001~0.03ng、0.1~3ng/Lであった。対象物質の添加回収率は85~119%であった。

表1 対象物質の検出下限と回収率

	物質名	IDL(ng)	MDL(ng/L)	回収率(%)	機器
PFOAとその前駆物質	PFOA	0.0007	0.6	91	LC/MS
	8:2FTUCA	0.002	3	102	LC/MS
	8:2FTCA	0.03	2	93	LC/MS
	8:2FTOH	0.0007	0.7	100	GC/MS
PFOSとその前駆物質	PFOS	0.0003	0.8	110	LC/MS
	PFOSi	0.001	0.2	99	LC/MS
	PFOSA	0.0008	0.4	109	LC/MS
	N-MeFOSA	0.0002	0.7	116	LC/MS
	N-EtFOSA	0.0001	0.5	86	LC/MS
	N,N-Me2FOSA	0.0003	0.3	96	GC/MS
	PFOSAA	0.001	0.4	119	LC/MS
	N-MeFOSAA	0.001	0.3	105	LC/MS
	N-EtFOSAA	0.001	0.1	91	LC/MS
	N-MeFOSE	0.001	0.7	85	LC/MS
N-EtFOSE	0.002	0.6	104	LC/MS	

* IDL:装置の検出下限、MDL:操作の検出下限(試料量500mL)

4 今後の研究方向等

埼玉県内で環境基準点が設定されている河川において前駆物質等の濃度を測定し、汚染状況を把握する。また、汚染原因を解明するため、下水処理施設、農業集落排水処理施設、浄化槽など生活排水起源の排水や有機フッ素化合物を含む日用品等の濃度を調べる。

[自主研究]

汚染土壌における有用植物-微生物共生修復システムに関する基礎研究

王効挙 細野繁雄

1 目的

土壌汚染の修復技術として、植物の能力を活用したファイトレメディエーションが注目されている。この修復技術は、低コストで環境負荷が少なく、広範囲の汚染土壌に適用できるほか、汚染物質の拡散防止や緑化にも適している。他方、環境要因の影響が大きく、浄化に時間がかかることから、適用が限られている。これまでの研究で、有機汚染物質の分解能力を持つ白色腐朽菌を接種する、植物-微生物共生修復システムという新たな土壌修復促進手法を構築した。本研究では、この共生修復システムの適用性を向上させるため、資源植物の利用へとシステムの種類を拡大し、収益性を兼ね備えた修復技術の確立を目的としている。

昨年度、新たな有用微生物としてヒラタケを評価し、エノキタケよりも有望であること、汚染土壌における発芽率、成苗率及び生育量は、大麦が小麦に比べて大きいこと、ヒラタケ菌液の根圏接種により小麦、大麦ともに増加することを確認した。今年度は、小麦、大麦及びヒラタケの菌液を組み合わせたシステムについて、土壌微生物数、ダイオキシン類の低減効果を評価した。また、夏植物と組合せたシステムについても、同様の評価を試みた。

2 方法

2.1 微生物-冬植物の組合せによる修復効果

ヒラタケの菌液、小麦及び大麦をそれぞれ単独、または組み合わせて汚染土壌を処理し、6ヶ月処理後の土壌の一部を用いてダイオキシン類を測定した。無処理の汚染土壌を対照とし、修復効果を評価した。

2.2 微生物-夏植物の組合せによる生育量評価

冬植物を用いて修復試験した後の土壌に、夏植物のヒマワリ及びトウモロコシをそれぞれ単独、またはヒラタケの菌液と組み合わせて栽培し、植物生長への影響を評価した。

3 結果

3.1 微生物-冬植物の組合せによる修復効果

各条件で処理した土壌のダイオキシン類濃度、微生物数を図1に示す。

ダイオキシン類濃度は、無処理及び菌液処理に比べ、小麦、大麦のみを栽培した場合にもわずかな低減が見られるが、ヒラタケの菌液と組み合わせることで、24% (小麦) 及び35% (大麦) と低減効果が増加した。植物にヒラタケの菌液を組み合わせることで、汚染土壌の微生物数も増加した。

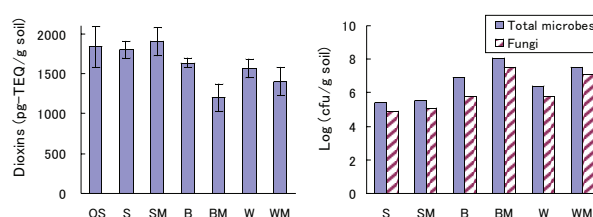


図1 土壌中ダイオキシン類濃度及び微生物量
OS: 試験前汚染土壌, S: 汚染土壌のみ、
M: ヒラタケ菌接種, B: 大麦, W: 小麦

3.2 微生物-夏植物の組合せによる生育量評価

各条件で栽培したヒマワリ及びトウモロコシの生育量を図2に示す。いずれの生育量も、ヒラタケの菌液と組み合わせることで増加し、農用地土壌と同程度を維持できた。

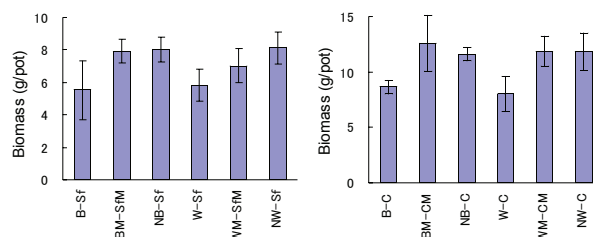


図2 各処理におけるヒマワリ(左)とトウモロコシ(右)の生育量
B: 大麦処理, W: 小麦処理, Sf: ヒマワリ, C: トウモロコシ、
M: ヒラタケ菌接種, N: 農用地土壌

4 今後の研究方向等

以上の結果から、ヒラタケの菌液接種が、汚染土壌における資源植物の生育及び冬植物における土壌微生物数の増加、ダイオキシン類濃度の低減に有効であることを確認した。夏植物収穫後の土壌ダイオキシン類は、現在分析中である。なお、本研究は、次年度から中国山西省の汚染農地における実証試験に移行する。

[自主研究]

県内の河川におけるPFOS、PFOAとその前駆物質の汚染実態の把握

茂木守 野尻喜好 細野繁雄

1 目的

撥水・撥油剤やフッ素樹脂原料として使用される有機フッ素化合物の一部は、生物に対する有害性や環境中の難分解性が指摘されている。これまでの研究で、県内の多くの河川水から全国の調査結果に比べて高い濃度のペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)とペルフルオロオクタン酸(PFOA)が検出された。いくつかの河川で、それらの排出源を特定したが、多くの河川水でPFOS、PFOA濃度が高い理由は不明である。

一般に、PFOS、PFOAをアルコールアミドなどで修飾した物質は、防汚剤や殺虫剤等に利用されている。これらの物質は環境中で生分解され、最終的にPFOSやPFOAとして残留する。これらはPFOS、PFOAの前駆物質といえるが、これらの環境濃度に関する報告は少なく、埼玉県内における汚染状況は全くわかっていない。本研究は、県内の河川におけるこれらの物質の分布を明らかにし、PFOS、PFOAの全体的汚染に関する原因を解明することを目的とした。今年度は、既存の文献等を参考に前駆物質の分析方法を検討した。

2 方法

2.1 対象物質

対象物質は、PFOS及びその前駆物質(N-EtFOSE、N-MeFOSE、N-EtFOSAA、N-MeFOSAA、PFOSAA、N-EtFOSA、N-MeFOSA、N,N-Me2FOSA、PFOSA、PFOSi)、PFOA及びその前駆物質(8:2FTOH、8:2FTCA、8:2FTUCA)とした。各物質の特徴を考慮し、N,N-Me2FOSAと8:2FTOHはGC/MS、それ以外の物質はLC/MSによる同時分析方法を検討した。対象媒体は水試料とした。

2.2 LC/MSによる分析方法

対象物質の抽出には、ポリマー系固相(Oasis®HLB)を用い、最適条件を検討した。抽出液は、濃縮後、最適条件に設定したLC/MSで測定した。定量には、サロゲート物質による同位体希釈法を用いた。回収率は、標準品を精製水へ添加して求めた。

2.3 GC/MSによる分析方法

8:2FTOH、N,N-Me2FOSAの抽出は、ポリマー系(4種類)及び活性炭系(1種類)による水試料からの固相抽出法と、水試料を窒素パージし、ポリマー系固相カートリッジを通して捕集する方法(窒素パージ法)を比較した。GC/MSの最適条

件は、標準物質を用いて検討した。定量方法や回収率の測定は、2.2と同様に行った。

3 結果

LC/MS分析では、水試料中で容器壁等に吸着しやすい物質もあるため、使用した容器・器具の内壁をメタノールで洗浄して、回収した。また、アルカリ条件で固相抽出することにより、回収率が向上した。

GC/MS分析では、化学イオン化(ポジティブ)よりも電子イオン化において装置の検出下限値が良好であった。8:2FTOH、N,N-Me2FOSAの回収率は、固相抽出法ではいずれのカートリッジも50%前後であったが、窒素パージ法では、それぞれ100%、96%に改善された。

対象物質の検出下限値、回収率を表1に示した。装置及び操作の検出下限は、それぞれ0.0001~0.03ng、0.1~3ng/Lであった。対象物質の添加回収率は85~119%であった。

表1 対象物質の検出下限と回収率

	物質名	IDL(ng)	MDL(ng/L)	回収率(%)	機器
PFOAとその前駆物質	PFOA	0.0007	0.6	91	LC/MS
	8:2FTUCA	0.002	3	102	LC/MS
	8:2FTCA	0.03	2	93	LC/MS
	8:2FTOH	0.0007	0.7	100	GC/MS
PFOSとその前駆物質	PFOS	0.0003	0.8	110	LC/MS
	PFOSi	0.001	0.2	99	LC/MS
	PFOSA	0.0008	0.4	109	LC/MS
	N-MeFOSA	0.0002	0.7	116	LC/MS
	N-EtFOSA	0.0001	0.5	86	LC/MS
	N,N-Me2FOSA	0.0003	0.3	96	GC/MS
	PFOSAA	0.001	0.4	119	LC/MS
	N-MeFOSAA	0.001	0.3	105	LC/MS
	N-EtFOSAA	0.001	0.1	91	LC/MS
	N-MeFOSE	0.001	0.7	85	LC/MS
N-EtFOSE	0.002	0.6	104	LC/MS	

* IDL:装置の検出下限、MDL:操作の検出下限(試料量500mL)

4 今後の研究方向等

埼玉県内で環境基準点が設定されている河川において前駆物質等の濃度を測定し、汚染状況を把握する。また、汚染原因を解明するため、下水処理施設、農業集落排水処理施設、浄化槽など生活排水起源の排水や有機フッ素化合物を含む日用品等の濃度を調べる。

[自主研究]

環境被害の軽減を目的とした地域地震動特性の解析と 詳細情報の整備

白石英孝 佐坂公規 松岡達郎 八戸昭一

1 目的

近年、首都圏に大きな被害を及ぼす大規模地震の切迫性が指摘されている。都市域での大規模地震の被害は、住宅やライフラインにとどまらず、化学工場や焼却施設の破損・炎上、廃棄物処分場の損傷やごみ山の崩壊等による深刻な環境被害(有害ガスの放出、化学物質の地下浸透・汚染土壌の拡散等)をも引き起こす可能性がある。したがって、環境被害のリスク評価や軽減対策を十分に検討しておく必要があると考えられる。しかしながら、現状では、検討の際の重要な基礎資料となる地域地盤の地震動特性(地盤が固有に持つ揺れやすさの指標)に関する詳細な情報が、必ずしも十分には整備されていない。

そこで本研究では、県が保有する地下構造情報や県内の地震観測記録などを用いて解析を行い、地域地盤の地震動特性に関連する詳細情報の整備を行う。

2 地下構造情報に基づく地域地震動特性の推計

本県では、これまでに4回の地震被害想定調査が実施され、回を重ねるごとに最新の知見等が盛り込まれながら、今日に至っている。最新の調査結果は平成19年度に公表されており、県内地盤を250mメッシュごとに数値モデル化し(全体で約6万メッシュ)、本県周辺の震源によって発生する可能性がある大規模地震ごとに各メッシュの震度等が推計されている。こうした推計は被害予測を行うために必須であるが、一方で具体的な震源を想定するために、震源の周囲に震度の大きな地域が集中し、地域ごとの地震動特性の相違は必ずしも明瞭には表現しにくい。そこで本研究では、この調査に使われた新しい地下構造モデルを用いてメッシュごとの地震動特性を推計し、地域ごとの相違を明確化することとした。推計には地表地震動への影響が大きく地域ごとの相違も大きい浅層地盤モデルを用い、伝達マトリクス法によってメッシュごとの線形伝達関数を計算した。この伝達関数を求めることにより、地下構造に由来する地盤の増幅度や卓越周波数を知ることができる。

推計結果の一例として、図1に県東部地域における地震動特性(岩盤を1とした場合の増幅度の比、色の薄い部分のほうが増幅度が大きい)を示す。本県では荒川及び中川流

域にこれらの河川に由来する比較的柔らかな堆積層が分布しているため、この地域の増幅度が他と比べてやや大きくなる傾向をもつ。一方、大宮台地は比較的固い地盤であることから全体的に増幅度は小さい。しかしながら大宮台地の中にもやや増幅度の大きい地域が散在している。これらは台地に切れ込む谷筋の地域と考えられ、比較的柔らかな堆積層を含むことから増幅度も大きくなる傾向を示す。このように地域地震動特性を推計することで、地域ごとの地震時の揺れ方の違いを明瞭に表すことができる。

3 地震観測網等の記録を用いた地域地震動特性推定のための理論的検討

兵庫県南部地震以降、わが国では様々な地震観測網が整備され、県内でも各市町村に計測震度計が設置されたほか、防災科学技術研究所のK-net, Hi-net等の観測点や、近年では、文科省及び東京大学によって空間的に高密度な首都圏地震観測網(MeSO-net)が整備されつつある。これら地震観測網の記録を解析することにより、地域の地震動特性を明らかにすることができるものと考えられる。その解析を行うのにあたり、本研究では、当所がこれまで実施してきた微動探査法に関する研究成果をもとに、新たな解析理論を導いた。これは従来の位相速度計測理論では既設の地震観測網に適用するのが困難であったのに対し、それを可能とする理論である。この計測理論を地震観測網等の記録に適用することで、地域間の地震波の伝搬速度等の相違から、地域特性の違いを明らかにできるものと考えられる。

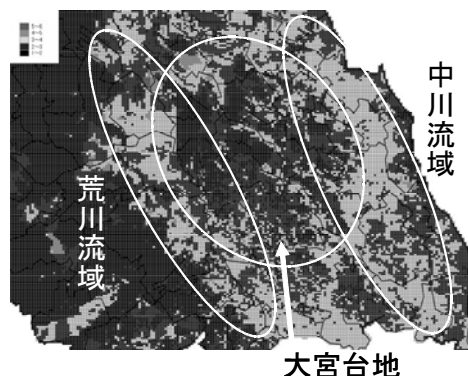


図1 県東部地域における地震動特性

[自主研究]

地質地盤インフォメーションシステムの運用と地域環境特性の解析 —地質地盤汚染評価支援システムの構築—

八戸昭一 石山高 佐坂公規 高橋基之 白石英孝 松岡達郎

1 はじめに

本研究では地質地盤インフォメーションシステムに土壌・堆積物中の重金属含有量等に関するデータベース機能を拡充し、環境行政に有用なシステムの実現可能性を検討している。これまで、乾式分析により10種の主成分元素 (Si,Ti, Al,Fe,Mn,Mg,Ca,Na,K,P) 及び2種の微量元素 (As,Pb) を対象とした測定結果のデータベース化を実施した。今年度はさらにSの分析値を追加し、これまでに収集してきたヒ素と硫黄のデータを利用して汚染土壌の判別法について検討した。

2 方法

乾式分析には波長分散型蛍光X線分析装置 (Rigaku社製 ZSX100e) を使用し、計10~16種類の土壌・堆積物標準試料による絶対検量線法を採用して定量分析を実施した。なお、硫黄については既存の標準試料が少ないため、硫酸ナトリウムを各元素の含有量が既知の粉末試料 (以下、初期試料という) に添加して複数の標準試料を作成した。また初期試料は埼玉県内における沖積低地の試料と組成が類似する2試料 (産総研JSI-1及びJSI-2) を対象とした。分析試料は自動メノウ乳鉢で粉末状試料、セルロースバインダ、硫酸ナトリウムを規定量混合した後15mlのエタノールを加えて100rpmで5時間攪拌し、さらに乾燥後150rpmで5時間攪拌した。作成した試料は30mmφの塩ビリングに充填した後、1分間20tの加重をかけて成型した。

3 結果と考察

作成した硫黄の検量線は相関係数 ($r=0.999965$)、定量下限 (60~75mg/kg)、検出下限 (18~22mg/kg) とともに良好な値となった。また、共存元素の影響を考慮し、組成の異なる2種類の初期試料を使用して検量線を作成したが、その影響は見られなかった (図1)。さらに、硫酸ナトリウムを添加していない既存の産総研標準試料の値と比較しても概ね良好な結果となった。

図2は県西部の沖積低地6地点 (深度約15~35m) における分析結果を整理したものを示す。図に示す通り、陸成層と海成層は明瞭に区別することができた。一方、低濃度に汚染された土壌についても未汚染土壌と区別することが可能

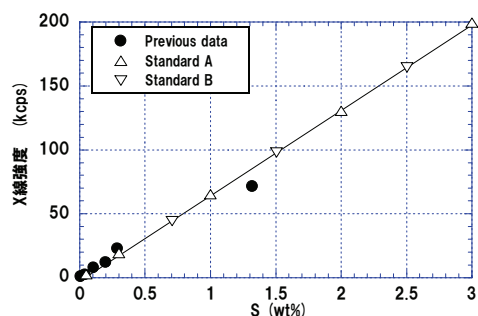


図1 添加法 (硫酸ナトリウム) による硫黄検量線の作成 (△及び▽は各々初期試料としてJSI-2及びJSI-1を使用し作成した試料。●は硫酸ナトリウムを添加していない産総研標準試料)

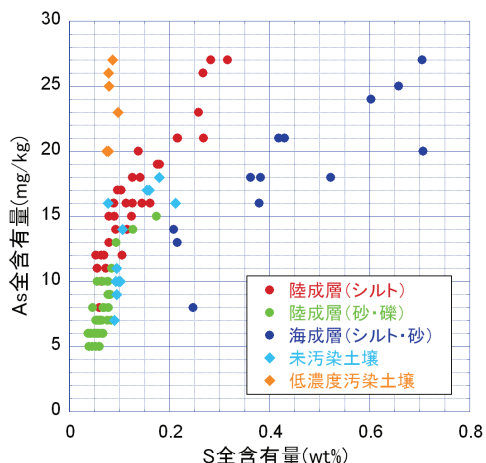


図2 乾式分析による硫黄とヒ素の含有量を利用した低濃度汚染土壌の判別

であった。図のような自然地層の性質は河川上流域の地質や海成堆積物の分布など地域特性に制約されることが予想される。したがって、流域単位で同様な基礎情報を収集・整理することによって、ヒ素検出土壌の人為汚染/自然由来の判別に利用することが期待される。

4 今後の方向性

今後は採取後の経過年数が異なる試料の分析結果を比較し、時間経過に対する溶出特性への影響を検討する。

[自主研究]

埼玉県における光化学オキシダントの植物影響把握法の確立

三輪誠 小川和雄 嶋田知英 金澤光

1 目的

近年、地球規模で、大気中のオゾン濃度が上昇している。また、埼玉県では、夏季の光化学オキシダント濃度が著しく高く、その主成分であるオゾンによる植物被害が顕在化している。しかしながら、埼玉県内におけるオゾンによる植物被害の実態については十分に把握できていないのが実状である。また、県民もオゾンによる植物被害の実態を十分に理解しているとはいえない状況にある。

平成20年度は、埼玉県内におけるオゾンによる植物被害の実態を把握するため、昨年に引き続き、県民参加によるアサガオ被害調査を実施した。

2 方法

オゾンの指標植物であるアサガオ(品種:スカーレットオハラ)の種子(15粒)を調査協力者(県民)に配布した。調査協力者は、配布した種子からアサガオの苗を育成し、その内の5個体を、平成20年6月24日から7月29日までの約1ヶ月間、自宅の庭などで育成した。育成期間終了時には、苗長、各葉位における葉被害面積率等を調査し、その結果を所定の記録用紙に記入して当センターまで送付した。また、当センター自然環境担当でも、同様の調査を実施した。全調査地点から回収したデータは、当センターで整理し、そのデータに基づいて、県内でのオゾンによるアサガオ被害の状況を把握した。

3 結果

県内144の有効調査地点のうち、142地点において、アサガオの葉にオゾンによる可視障害が発現した。被害葉率(被害葉数÷現存葉数×100)の有効調査地点平均値は44.3%であった。このことは、各調査地点において、平均すると、出現した葉の4割程度に可視障害が発現したことを示している。また、平均被害面積率(累積被害面積率÷被害葉数)の有効調査地点平均値は53.7%であった。これは、各調査地点において、可視障害が発現した葉では、平均して葉面積の約半分程度にまで達する激しい可視障害が発現したことを意味している。図1に、アサガオの平均被害面積率の県内分布を示した。この図から、埼玉県では、オゾンによるアサガオ被害が広い範囲に広がっていることがうかがえる。

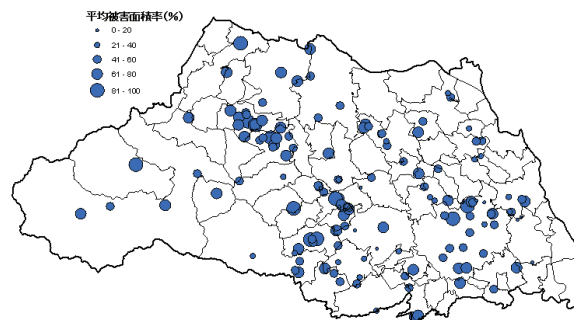


図1 アサガオの平均被害面積率の県内分布

県民参加によるアサガオ被害調査は、平成17年度から4年間、毎年同じ時期に実施してきた。表1に示したように、被害葉率および平均被害面積率の有効調査地点平均値は、平成17年から3年間は低下傾向にあった。一方、この間、埼玉県における日最高オゾン濃度の7月の月平均値は、平成17年から3年間は低下傾向にあった。これらのことから、この3年間に限って言えば、被害葉率および平均被害面積率の低下には、7月の日最高オゾン濃度の低下が関与しているようにみえた。しかしながら、平成20年度の結果をみると、日最高オゾン濃度の月平均値が大幅に増加したにもかかわらず、被害葉率の増加は認められず、平均被害面積率もわずかな増加にとどまった。これは、これらのパラメーターの増減に、必ずしも日最高オゾン濃度のみが関与しているとは限らないことを意味している。

表1 4年間実施してきたアサガオ被害調査の結果

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
有効調査地点数	45地点	102地点	214地点	144地点
被害が発現した地点数	45地点(全地点)	102地点(全地点)	213地点	142地点
被害葉率の有効調査地点平均値	54.1%	53.0%	45.2%	44.3%
平均被害面積率の有効調査地点平均値	71.0%	59.5%	45.7%	53.7%
日最高オゾン濃度の月平均値(7月)	69.3 ppb	62.7 ppb	56.9 ppb	79.7 ppb

4 今後の研究方向

光化学オキシダントによるアサガオ被害は、天候次第で、年によって大きく変化すると考えられる。従って、今後さらに調査を継続し、現状を見守る必要がある。

[自主研究]

埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査

金澤光 小川和雄 嶋田知英 三輪誠

1 目的

近年、水質汚濁や乱開発、都市化等により埼玉らしい豊かな自然環境が失われつつある。なかでも、河川湖沼、湿地や農業水利施設等の水辺及び水環境中には、地域特有の水生生物の個体群や希少種、絶滅危惧種が生息分布していると考えられている。魚類では、国指定天然記念物ミヤコタナゴは、1986年に滑川町で発見されて以来、自然界での生息は確認されていない。また、ゼニタナゴは、1988年に美里町で確認されてから現在まで生息が確認されていないなど絶滅に近い状況下の生物もいる。魚類の生息分布は、これまで23科68種(金澤, 1991)、20科64種(金澤, 1997)が明らかにされていたが、その後の生息実態は明らかではない。

自然との「共生」を目指す本県にとって、長大な流域を持つ河川等、水環境中の生態系や水生生物の実態を継続的に把握していくことは重要である。

本研究では、県内全域の魚類等の水生生物の生息実態、生息分布を長期にモニタリングすることで、生物多様性保全のための基礎資料を得ようとするものである。

2 方法

2.1 魚類等の生息分布調査

調査は5カ年計画で実施する。

- (1)調査対象種: 魚類、円口類、甲殻類、淡水産軟体動物、両生類、は虫類(カメ類)、触手動物とした。
- (2)調査対象水域: 中川流域、見沼代用水、埼玉用水、葛西用水、江戸川右岸用水等の農業用水、越辺川、都幾川、槻川、高麗川流域、入間川、小畔川流域、荒川流域、黒目川、柳瀬川、白子川、新河岸川流域、神流川、利根川、江戸川流域の一級河川150河川、市町村管理の準用河川195河川、農業用水路、ため池等の公共用水域とし、本年度はその一部について調査を行った。
- (3)確認方法: 投網、すくい網等を用いて河川湖沼、農業用水等に生息する水生生物を採取することにより確認した。
- (4)記録方法: 採捕年月日、場所、採捕者、確認者、大きさ、数等を明確に記載した。

2.2 希少種の系統保存

県内の生息場所が明らかになっているヤリタナゴ等の希少種、絶滅危惧種について可能な限り系統保存を行った。

3 結果

3.1 魚類等の生息分布調査

2008年4月から2009年3月までに生息を確認した魚類のうち、カワヤツメ科スナヤツメの生息を入間川で確認した(図1)。スナヤツメはこれまで、単一種とされてきたが、遺伝的特徴の異なるスナヤツメ北方種*Lethenteron* sp. 1、スナヤツメ南方種*Lethenteron* sp. 2の2型の地域集団が生息していることが明らかになっている。北方種は北海道・本州中部以北、南方種は本州・四国・九州及び朝鮮半島に分布している。同一河川に両種が存在しても交雑個体ができないという。本県に生息している個体群は、形態形質から同定できないために精査されていない。

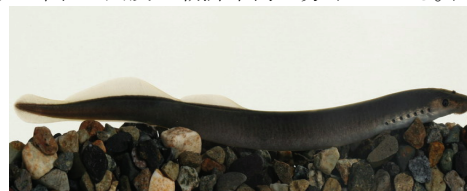


図1 スナヤツメ

本種は荒川水系の入間川、高麗川、越辺川、都幾川、雀川、柳瀬川で採捕記録が残されている。本種は、本川を生活の場としているのか、支川を生活の場としているかは明らかではない。柳瀬川の生息地は本川であるが、河川勾配も緩やかで、出水等で本種が流失することは少ない。高麗川では河川勾配が緩やかな下流で過去に確認している。今回の調査は、2000年に飯能市有間川合流地点よりも下流でコクチバスの胃内容物から本種の幼生が確認されたことから、周辺を調査水域として河川を踏破しながら調査した。生息域は、これまで県内から報告された場所よりも標高があり、ヤマメが生息する水域であった。本種は底標高に生息し、砂泥底を好むとされているが、この水域は中標高で、砂礫底である。支川及び本川をくまなく踏破したが、この付近支川の河川勾配は急で、仮に本種が生息していたとしても、台風等の出水により本種は流されてしまう。本川であれば、流れが緩やかで出水に影響が少ない場所へ逃避し、そのような場所が本種の生息地であると考えられた。

3.2 希少種の系統保存

比企郡の都幾川水系から採捕したヤリタナゴの稚魚を養成している。

4 今後の研究方向等

今後も、モニタリング調査を継続することにより、データの蓄積を図る。

[自主研究]

希少野生動植物の遺伝的多様性評価に関する研究

—ムサシトミヨのDNAマーカーの開発—

三輪誠 金澤光 嶋田知英 小川和雄

1 目的

ムサシトミヨは、環境省および埼玉県発行の「レッドデータブック」において、ごく近い将来野生での絶滅の危険性が極めて高い種(絶滅危惧ⅠA類)としてリストアップされている絶滅危惧動物(魚類)である。埼玉県では、ムサシトミヨを「県の魚」として指定するとともに、「埼玉県希少野生動植物の種の保護に関する条例」に基づいて「県内希少野生動植物種」のひとつとして指定し、重点的に保護する方針を示している。また、熊谷市にあるムサシトミヨの生息地は、国内はもとより、世界唯一の生息地であることから、その一部は、「県の天然記念物」としても指定されている。

これらのことから、県は、ムサシトミヨに対して様々な保全策を講じる必要がある。そのための基礎的情報のひとつとして、生息地におけるムサシトミヨの遺伝的多様性の現状把握は不可欠である。しかしながら、现阶段では、その把握手法を持ち合わせていないのが実状である。そこで、本研究では、ムサシトミヨの遺伝的多様性を解析するためのDNAマーカーを開発するとともに、生息地におけるその現状把握を試みる。

平成20年度は、ムサシトミヨの生息地における母系統の多様性を解析するために、PCR-RFLP法(Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism法)に基づいたミトコンドリアDNAマーカーの開発を試みた。

2 方法

ムサシトミヨのヒレ組織からDNAを抽出した。抽出したDNAを鋳型とし、表1に示したユニバーサルプライマーの各ペアを用いて、ミトコンドリアDNAのチトクロームb遺伝子領域(1ヶ所)およびコントロール(D-Loop)領域(2ヶ所)をPCRで増幅した。

表1 ミトコンドリアDNAのいくつかの領域を増幅するために用いられたユニバーサルプライマーのペア

	領域	プライマー名	塩基配列(5'→3')
Primer Pair 1	D-Loop	L-CB3R ¹⁾	CATATTAACCCGAATGATATTT
		H-125SAR ¹⁾	ATAGTGGGGTATCTAATCCAGTT
Primer Pair 2	CytB	L-14724 ²⁾	CGAAGCTTGATATGAAAACCATCGTTG
		H-15149 ^{2),3)}	AAACTGCAGCCCTCAGAATGATATTTGCTCTCA
Primer Pair 3	D-Loop	L-15926 ^{2),3)}	TCAAAGCTTACACCAGTCTGTAAACC
		H-16498 ²⁾	CCTGAAGTAGGAACCCAGATG

増幅された各領域のDNA断片を、8種類の制限酵素(Msp I、Hae III、Alu I、Afa I、Hha I、Hinf I、Ssp I、Tag I)で処理し、DNA断片が切断されるかどうかを電気泳動で観察した。

3 結果

ムサシトミヨのDNAを鋳型としてPCRを行った結果、Primer Pair 1を用いることにより約2000bp、Primer Pair 2を用いることにより約500bp、Primer Pair 3を用いることにより約600bpのDNA断片が増幅された。

これらの増幅された各DNA断片を8種類の制限酵素で処理した結果、Primer Pair 1で増幅されたDNA断片は7種類、Primer Pair 2で増幅されたDNA断片は少なくとも2種類、Primer Pair 3で増幅されたDNA断片は5種類の制限酵素で切断されることがわかった(表2)。このことから、これらのPrimer Pairと制限酵素の組み合わせを基本とした電気泳動パターンをマーカーとして用いれば、ムサシトミヨの母系統の多様性を解析できることが示唆された。

表2 各Primer Pairで増幅されたDNA断片を制限酵素で処理したときの切断の可否

	Primer Pair 1	Primer Pair 2	Primer Pair 3
Msp I	○	×	×
Hae III	○	○	○
Alu I	○	×	○
Afa I	○	△	○
Hha I	○	×	×
Hinf I	○	○	○
Ssp I	×	×	○
Tag I	○	×	×

○:切断される、△:切断される可能性あり、×:切断されない

4 今後の研究方向

開発したマーカーを用いて、ムサシトミヨ生息地における母系統の多様性の状況調査を試みる。

文献

- 1) 梅沢(2002)埼玉農総研報(2), 95-98.
- 2) Meyer, A. *et al.* (1990) *Nature*, 347, 550-553.
- 3) Kocher, T. D. *et al.* (1989) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86, 6196-6200.

[自主研究]

自然環境データベースのGISによる構築・運用

—野生生物生息条件の空間的評価—

嶋田知英 小川和雄 三輪誠 金澤光

1 目的

近年、野生生物の生息環境は、都市化や開発行為による緑地の減少や分断化、里山の放置による荒廃などにより悪化し、生物多様性も失われつつある。しかし、一方では、生物多様性保全へ向けた社会的な要請も高まっている。生物多様性国家戦略では「種・生態系の保全」、「絶滅の防止と回復」、「持続可能な利用」が目標に掲げられ、そのための基盤として自然環境データベース整備の必要性が示されている。近年、生物多様性を科学的に評価し、その結果を基に合意形成を図り、保全管理を行おうとする機運が高まりつつあるが、そのための手法として、地理情報システム(GIS)やリモートセンシングを利用した広域的な自然環境の評価が試みられている。しかし、多様な生物種の集合体である里地・里山などの自然環境を評価するには十分な情報が蓄積されているとは言えない。そこで、埼玉県内に生息する野生生物に関する情報の収集を進めるとともに、その生息を支える様々な環境情報をGISデータベースとして集積し、さらに、これらの情報を用いて野生生物の生息条件を解析評価することを本研究の目的とする。また、構築されたデータベースは、自然環境保全活動を支援するため広く公開する。

2 自然環境データベースの構築

野生動植物の分布情報などの位置情報を持った自然環境に関する情報を中心に、地質、地形、気候、大気、河川、湖沼といった無機質な環境情報、道路や家屋といった社会基盤情報など、自然環境に関連すると考えられる様々な空間データを収集・蓄積している。

取得・収集した空間データの管理解析には、ESRI社製ArcGIS9.2を使用し、属性データの収集・管理にはMS Access 2007を用いている。

3 自然環境GISデータベースを利用した埼玉県に生息するニホンジカ個体数の推定

近年、埼玉県の山岳地帯ではニホンジカの生息域や個体数が増加し、スギ・ヒノキの苗木の食害や農作物被害、高山植物の食害、天然林の樹皮剥ぎ被害などが発生し問題となっている。このため、埼玉県では埼玉県特定鳥獣保護管理計画(ニホンジカ)を策定し、平成18年11月よりニホンジカ個体群の維持と、自然植生や農作物被害を軽減するための総

合対策を実施している。その一環として平成18年度に県内8箇所にて区画法による生息密度調査が行われた。その調査結果を基に、自然環境GISデータベースに蓄積された植生や標高、気候データを利用し県全体の個体数を推定した。

方法は、県全体を集水域等を基に分割し、ニホンジカの生息条件として重要だと考えられる7つの環境要因(表1)を変数としてクラスター分析を行い5つのクラスターに類型化した(図1)。類型化の単位は、2次メッシュを4分割した狩猟メッシュと、国土地理院50mメッシュ標高データから作成した集水域とした。各クラスター内の区画法調査による生息密度を各クラスターの代表値と仮定し、クラスターの面積から全体の生息個体数を算出した。

表1 類型化に使用した環境情報

区分	内容	出典
植生	自然林面積 植林地面積 2次林面積 2次草原面積	環境省自然官許保全基礎調査5次調査植生図
気候値	降水量 最深積雪	気象庁メッシュ気候値
標高	50mメッシュ標高	国土地理院50mメッシュ標高

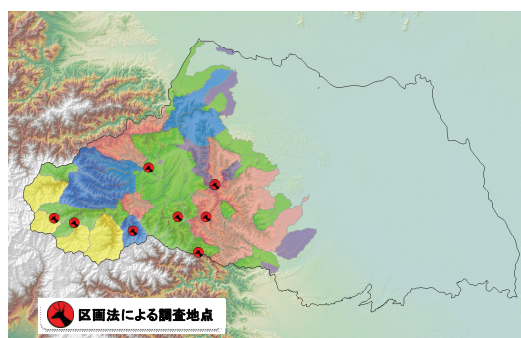


図1 環境情報に基づくニホンジカ生息地域の類型化と区画法による調査地点

その結果、狩猟メッシュ及び集水域を類型化単位とした生息個体数は、それぞれ6660頭、7141頭と推定された。

今後は、さらに自然環境データベースの充実を図るとともに、様々な生物の生息条件解析等を進める。

[自主研究]

電気化学的手法による地下水中ヒ素のオンサイト 化学形態別分析法の開発

石山高 八戸昭一 佐坂公規 長森正尚 高橋基之

1 目的

ヒ素による地下水汚染は、日本をはじめとする世界各地で大きな環境問題となっており、バングラデシュ、インド西ベンガル州では飲用利用等の直接摂取を通じて人の健康に悪影響を及ぼす事例が数多く報告されている。

本研究では、高感度な電気化学分析法であるストリッピングボルタンメトリー(SV)を適用した、地下水中ヒ素のオンサイト化学形態別分析法を開発した。現場でのヒ素の形態把握は、汚染メカニズムの解明、汚染源の特定やヒ素を含む地下水の処理対策を検討する上で大いに役立つ。

2 方法

2.1 As(III)の定量

採取した地下水25mL及び塩酸(1+1)10mLを50mLのメスフラスコに取り、標線まで水で希釈したものを試料溶液とした。この試料溶液を硬質ガラス製の電気化学セルに取り、溶液をかき混ぜながら-0.4Vvs.Ag/AgClで5分間、As(III)を金膜作用電極上に電解析出した。10秒間の静置後、作用電極の電位を0.9Vvs.Ag/AgClまで5V/sで走査し、記録された電流電位曲線のピーク面積(ヒ素溶出時の電気量に相当)を測定した。As(III)の濃度測定には、標準添加法を採用した。

2.2 As(V)の定量

地下水25mL、塩酸(1+1)10mL及び0.05mol/Lチオ硫酸ナトリウム溶液0.5mLを50mLのメスフラスコに取り、軽く振ってかき混ぜた後、水で定容にしたものを試料溶液とした。試料溶液を電気化学セルに移し、2.1と同じSV条件で無機態ヒ素(As(III)+As(V))のピーク面積を測定した。As(V)濃度は、無機態ヒ素濃度からAs(III)濃度を差し引いて算出した。

3 結果と考察

埼玉県には、地質由来と推測されているヒ素を含む地下水が確認されている。これらの地下水(14地点)を研究所に持ち帰りSV測定したところ、0.001~0.088mg/Lの無機態ヒ素が検出された。これらの分析結果は、公定法(HG/AAS法)により得られた値と概ね一致したことから、開発した分析法は汚染概況を把握するための簡易調査技術として適用できることが確認できた(図1)。地下水中ヒ素の化学形態を把握するた

め、地下水試料の一部については、試料採水時にオンサイトでAs(III)濃度をSV測定した。As(III)濃度と公定法で分析した全ヒ素濃度を比較したところ、地下水中のヒ素はほぼすべてAs(III)として存在していた(表1)。これに対し、河川水中のヒ素は、すべてAs(V)として存在していた。SV測定した地下水は、酸化還元電位が-90mVvs.Ag/AgCl以下であったのに対し、河川水の酸化還元電位は150mVvs.Ag/AgCl以上であった。このように、環境条件の違いにより、ヒ素の化学形態は異なることが分かった。開発した分析法は、固定電源を必要とせず、市販の直流バッテリーで1日中、連続測定可能であった。1地点当たりの分析所要時間は約20分であった。

ヒ素が検出される地下水周辺の地質試料を分析した結果、地質中のヒ素は、①水和酸化鉄の還元(県中西部地域)、②弱塩基性地下水との接触(県南東部地域)により地下水へ溶出している可能性が認められた。

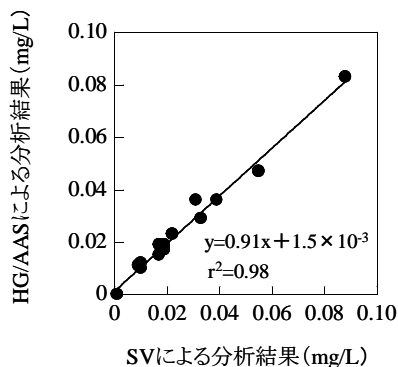


図1 SVと公定法(HG/AAS)の分析結果の比較

表1 ヒ素の形態分析

試料	As 形態 (mg/L)			酸化還元電位 (mVvs. Ag/AgCl)	
	As(III)	As(V)	As(III)+As(V)		
地下水	A	0.038	<0.002	0.033	-120
	B	0.057	<0.002	0.055	-110
	C	0.045	<0.002	0.039	-100
	D	0.019	<0.002	0.019	-140
	E	0.021	<0.002	0.022	-140
	F	0.037	<0.002	0.031	-90
河川水	O	<0.001	0.006	0.006	230
	P	<0.001	0.002	0.002	240
	Q	<0.001	0.010	0.010	250
	R	<0.001	0.007	0.007	150

[自主研究]

ムサシトミヨ生息域における生活雑排水を対象とした 簡易・効率的な水処理技術の開発と実証

木持謙 金澤光 高橋基之 王効拳 亀田豊 柿本貴志

1 目的

県の魚ムサシトミヨが生息する熊谷市内の元荒川最上流域は、周辺地域の宅地化の進行により、生活排水等による水質汚濁が著しい。

本研究では、生活雑排水を主な対象とし、傾斜土槽法等を活用した簡易・効率的な水処理技術の開発と実証試験を行う。平成20年度は、傾斜土槽法を用いて、特に水質と維持管理面を中心に検討した。

2 方法

単独および合併処理浄化槽の設置家庭からの排出水が流入する道路側溝の水を浄化対象として検討を行った。

水質浄化装置は、外寸W500mm×L1,000mm×H175mm(板厚20mm)の傾斜土槽を、4段積み重ねたものとした。最も目詰まりしやすいと考えられる1段目(最上段)には、2mmメッシュのネットに木炭を詰めて充填した。2段目以降の充填資材には軽石を用い、2種類の粒径を設定した。また、一般に土壌による汚水処理は、単位面積の処理水量を100 L/m²・日程度に設定することが多い。そこで、この水量を基準として、0.5~4.0倍の4段階の流入水量をそれぞれ設定した。これらの実験条件について、表1にまとめた(合計8系)。なお、原水の流入は、水中ポンプを用いてon/off=3min/27minの間欠運転で行った。装置の運転は平成20年8月より開始し、原水および最終放流水について、BOD、T-N、T-P等を分析した。

表1 実験条件

資材粒径 (mm)	流入水量比(-)			
	a	b	c	d
10-20	0.5	1.0	2.0	4.0
資材粒径 (mm)	e	f	g	h
	5-10	0.5	1.0	2.0

3 結果

試験期間全体の流入原水水質の平均値は、BOD:55

mg/L、SS:27mg/L、T-N:31mg/L、T-P:3.2mg/Lであった。

BODの処理性能について図1に示す。浄化槽を目安とした、処理水のBOD:20mg/L程度を満たす運転期間は、水量比0.5で約6ヶ月、水量比1.0で約3ヶ月(b系を除く)であった。一方、水量比2.0および4.0の系では、実験開始時からこの水質を満足できなかった。

SSの処理性能についても、処理水のSS:10mg/L程度を満たす運転期間は、BODの場合とほぼ同様の結果となった。また、窒素については、T-N:20mg/L程度とした場合、水量比0.5で3~4ヶ月、水量比1.0で約1.5ヶ月、水量比2.0および4.0の系で約1ヶ月であった。

水量比1.0の系では、資材粒径が小さい方が浄化能が高かったが、この理由としては、細粒径のために懸濁態物質の捕捉能力が高かった可能性が考えられる。

これらの結果から、処理水量は100L/m²・日程度で設定するのが望ましく、その場合、清掃等の維持管理頻度の目安は3ヶ月程度と考えられた。

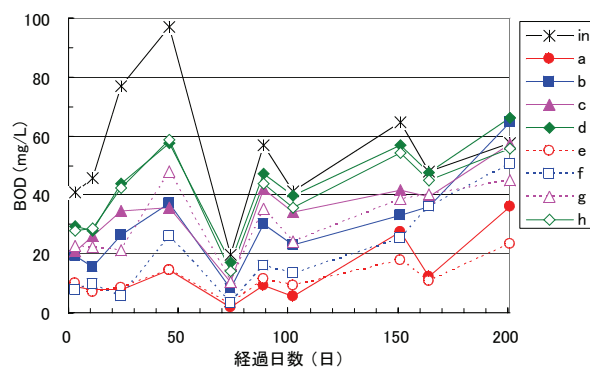


図1 各系のBOD処理性能

4 今後の研究方向等

現状の資材充填方法では清掃時の汚泥と資材の分離が困難であり、汚泥回収性の向上等の改良が必要である。

また、装置の設置に要する面積等を考慮すると、処理効率の向上が必要不可欠である。維持管理作業性の向上もふまえ、資材の選定や充填方法の大幅な改良等を行う。

Development and Demonstration of Graywater Treatment Process with Easy and Efficient Operation Suitable for Improvement of the Water Environment as the Habitat of Musashitomiyo, *Pungitius* sp.