

## 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) 温暖化および大気環境変化が埼玉県の植物に及ぼす影響予測 ……………  
…………… 増富祐司、三輪誠、米倉哲志、嶋田知英、金澤光、竹内庸夫、門野博史
- (3) 自然環境データベースのGISによる構築・運用 – 自然環境変遷の把握とその影響 – ……嶋田知英、三輪誠、増富祐司
- (4) 環境基準の設定を踏まえた大気中微小粒子状物質の特性解明 …………… 米持真一、梅沢夏実
- (5) 希少野生動植物の遺伝的多様性評価に関する研究 –ムサントミヨのDNAマーカーの開発– ……………  
…………… 三輪誠、金澤光、王効挙、米倉哲志
- (6) 熱中症予防対策のための簡易な大気熱環境指標の検討 ……………  
…………… 米倉哲志、松本利恵、嶋田知英、増富祐司、米持真一、竹内庸夫
- (7) 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、川寄幹生、磯部友護
- (8) 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
- (9) 廃棄物処理における省エネと温室効果ガスの発生抑制 …………… 倉田泰人、川寄幹生、長谷隆仁、鈴木和将
- (10) 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、細野繁雄、野尻喜好
- (11) カオリン及び関連粘土中のダイオキシン類分布と環境負荷量推定 ……………  
…………… 堀井勇一、野尻喜好、大塚宜寿、蓑毛康太郎、細野繁雄
- (12) 淡水大型二枚貝の多元的活用に関する基礎的研究 –二枚貝の稚貝供給手法の検討– ……………  
…………… 田中仁志、木持謙、田中大祐、高橋透陽、西尾正輝、友延栄一、伊藤一雄、中村省吾
- (13) 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
- (14) 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
- (15) 活性汚泥モデルの活用による下水処理プロセスからの温室効果ガス発生抑制の検討 …………… 見島伊織、柿本貴志
- (16) 河川・池沼表面水の水質汚濁特性評価と発泡・ぎらつき現象の原因解明 ……………  
…………… 池田和弘、見島伊織、柿本貴志、高橋基之
- (17) ムサン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
- (18) 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、濱元栄起、八戸昭一、石山高
- (19) 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、濱元栄起、高橋基之、白石英孝
- (20) 沖積堆積物からの重金属類溶出特性の解析と海成堆積物の簡易判別法の開発 ……………  
…………… 石山高、佐坂公規、長森正尚、見島伊織、八戸昭一
- (21) 低温地熱資源情報整備を目的とした地中熱利用地域特性解析 ……………  
…………… 濱元栄起、八戸昭一、白石英孝、石山高、佐坂公規

[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

埼玉県では、世界的に精度の統一されたWMO標準ガスを基準として、1991年から二酸化炭素濃度の精密観測を継続してきた。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、特に都市近郊での精密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、本県の観測結果については、WMOの温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)へ提供され、ホームページ等で公開されているほか、WMO温室効果ガス年報に掲載される二酸化炭素濃度の世界平均濃度の算出にも利用されている。一方、二酸化炭素濃度の速報値に関しては、ほとんどの観測所で公開されていないため、最新の二酸化炭素濃度の変化の実態を知ることはできなかった。そこで、県民を対象に、リアルタイムに近い形で身近な濃度変化を知り地球温暖化に関心を持ってもらうため、観測結果をホームページ上で公開(自動更新)するシステムを開発した。

### 2 方法

二酸化炭素濃度観測システムで観測された二酸化炭素濃度の30秒平均値は、2時間おきに同システムのデータサーバに保存される。そのデータを定期的に読み込んで30秒平均値から1時間平均値を計算し、前日と当日の1時間平均値が記されたテキストファイル、最新の1時間平均値が記された画像ファイル及び前日と当日の30秒平均値が示されたグラフファイル(図1)の3種類の表示用ファイルを自動作成することとした。

表示用ファイルの作成は、独自プログラム(Windows EXE形式)で行うこととしたが、プログラムの開発にはMicrosoft(R) Visual Basic 6.0 (Service Pack 6) を利用して古いパソコン上でも安定して動作するように配慮した。また、ファイルサイズの小さいjpg形式で画像ファイルを作成するためWindows GDI+ を利用し、解像度の必要なグラフファイルはWindows GDI を利用してEMF形式でグラフを作成したのちjpg形式に変換することとした。プログラムを2時間間隔で定期的に行うためには、Windowsのタスク スケジューラを利用した。

公開用ホームページは当センターに設置されているWEB GISサーバに作成し、表示用ファイルの自動転送にはフリーのFTPクライアントソフトを利用した。

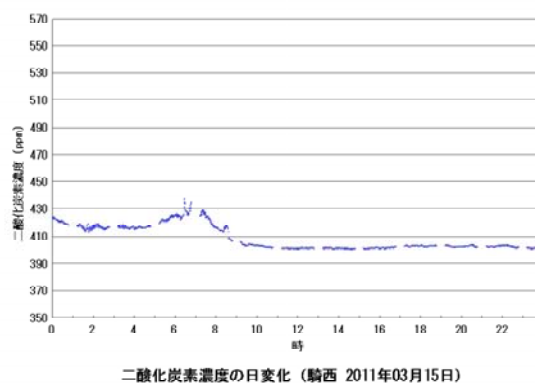


図1 二酸化炭素濃度表示用グラフファイル

### 3 結果

表示用ファイル作成プログラムは約10年前のパソコンで動作させているが、現在までのところプログラムの不具合により表示用ファイル作成が作成されなかったことは一度もなかった。ただし、FTPクライアントソフトを利用してファイル転送を行う際に、何度か接続エラーが発生し自動更新できなかった。

### 4 今後の研究方向

二酸化炭素濃度の精密観測に関しては、平成23年度から令達事業となり本自主研究は終了することとなったが、堂平山観測所の観測システム更新にあわせて、二酸化炭素濃度の瞬時値をリアルタイムで公開するシステムを開発する予定である。

[自主研究]

# 温暖化および大気環境変化が埼玉県の植物に及ぼす影響予測

増富祐司 三輪誠 米倉哲志 嶋田知英 金澤光 竹内庸夫 門野博史

## 1 目的

日本には毎年平均2.6個の台風が上陸し、農作物に甚大な影響を及ぼしている。また地球温暖化は将来の台風強度を増大させるとの予測もある。これに対し、台風が上陸する前にどの程度の被害が生じるかを推計することができれば、また将来の気候条件下における台風被害の傾向を見積もることができれば、被害軽減に向けた事前・事後の迅速な対応や適応策の開発に役立つであろう。しかしながら、台風による農作物被害の推計に関する研究はこれまでほとんど行われていない。そこで本研究では、水稲への影響予測モデルの改良の一環として、日本全国を対象に台風による被害面積を推計する手法を開発することを目的とした。

## 2 方法

本研究では、フラジリティカーブを用いた台風被害面積推計手法を提案する。フラジリティカーブとは外力に対する建物の崩壊確率を示した関数のことであり、建築分野において台風や地震に対する被害評価に頻繁に用いられている。本研究ではこのフラジリティカーブを台風に対する水稲の被害確率に適用し、下式のような定式化を行った。

$$P(W) = \Phi((\ln(W) - \lambda) / \zeta) \quad (1)$$

$$\lambda = \ln(E) - \frac{1}{2} \ln\left(1 + \frac{V}{E^2}\right) \quad (2)$$

$$\zeta = \sqrt{\ln\left(1 + \frac{V}{E^2}\right)} \quad (3)$$

$$E = a(WD - HD)^2 + b(WD - HD) + c \quad (4)$$

ここで  $P$  はある場所での被害確率を示し、台風の強度(最大風速  $W$  [m/s])の関数(フラジリティカーブ)として表した。なお本研究ではフラジリティカーブとして建築分野でよく利用されている対数正規分布を仮定し、式中の  $\Phi$  は正規分布の累積分布関数、 $E$  と  $V$  はそれぞれ対数正規分布の平均値と標準偏差を表している。また  $E$  は台風に対する水稲の耐性を意味することから、これが生育段階により変化するという既往の研究を考慮し、最大風速の日 ( $WD$ ) と出穂日 ( $HD$ ) との差の2

次関数によって表わされるとした。モデルのパラメータは  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $V$  の4つあり、1991年-2007年までの42個の台風に関して、それぞれの台風の被害面積の報告値と推計値の誤差の和が最小になるように決定した。

## 3 結果

下図に被害面積の報告値と推計値の比較を示す。図1より両者はよい一致を示し、今回開発した手法を用いて精度よく被害面積を推計できていることがわかる。

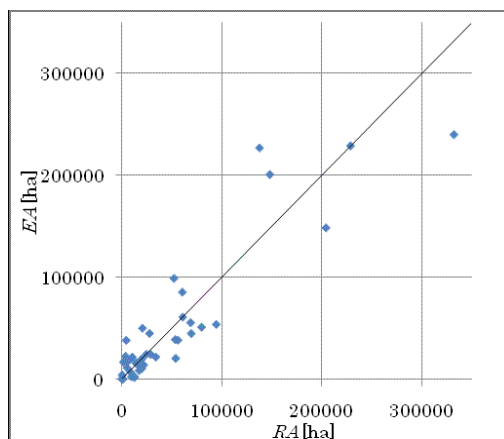


図1 被害面積の報告値(RA)と推計値(EA)の比較

## 4 今後の研究方向

今後の研究方向として以下のものなどがある。①: 県単位の被害予測手法を開発すること、②: 被害面積だけでなく被害量の推計手法を開発すること、③: 台風が引き起こす水害の影響も考慮すること。

[自主研究]

# 自然環境データベースのGISによる構築・運用

## －自然環境変遷の把握とその影響－

嶋田知英 三輪誠 増富祐司

### 1 目的

近年、様々な分野で地理情報システム(GIS)データの整備が進みつつあり、当センターも自然環境情報を中心にGISデータの収集や作成に取り組んできた。このようなGISデータは、野生生物の生息環境の評価など多くの環境分野研究で活用されているが、研究分野だけではなく、環境情報を分かりやすく可視化する目的でも利用されており、環境への理解を深めるとともに、保全活動を支援する役割も果たしている。

このようなGISデータの整備は、現在、多様な機関により行われており、同一箇所の多時期にわたるデータも増えつつある。そこで、埼玉県の自然環境GISデータベースを構築するとともに、同一箇所多時期GISデータを用い、埼玉県の土地利用や自然環境の変遷などを把握・解析する。

### 2 GISデータベースの構築

植生図、土地利用データ、農業センサスデータ、空中写真データ、リモートセンシング衛星画像データ、各種統計情報など、埼玉県の同一箇所多時期データを収集し、GISデータベースとして蓄積した。

### 3 耕作放棄地推移の把握

農林水産省では、農林業の生産構造、就業構造を明らかにするための総合調査として、農林業センサスを5年おきに行っている。2000年に行われた農林業センサスの調査結果は、1970年以降の調査結果とともに「2000年世界農林業センサス農業集落カード」として、農業集落単位の電子データが提供されている。この農業集落カードデータと、集落の境界

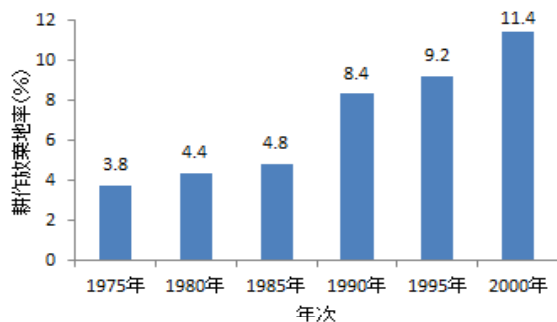


図1 埼玉県における耕作放棄地率の推移

GISデータ入手し、主に埼玉県における耕作放棄地の推移について整理し解析を行った。

1975年から2000年の埼玉県における平均集落別耕作放棄地率の推移を図1に示した。1985年までは平均5%以下に止まっていたが1990年以降耕作放棄地は急激に増加し、2000年には平均で10%を超え、最も耕作放棄地率が高い農業集落は79.5%となった。1975年及び2000年の農業集落別耕作放棄地率の地理的分布を図2、3に示した。2000年の耕作放棄地率は1975年に比べ全県的に増加しているが、特に



図2 農業集落別耕作放棄地率(1975年)



図3 農業集落別耕作放棄地率(2000年)

県西部の中山間地域で高いことが分かる。農業集落毎の平均標高を算出したところ、100m以下の農業集落は、2000年の平均耕作放棄地率が8.7%であったのに対し、400～600mの平均耕作放棄地率は40%を超えており、概ね標高が高くなるに従い耕作放棄地率は増加する傾向が認められた。

この様に、埼玉県においても近年急速に耕作放棄が進行しており、特に中山間地域でその傾向が顕著であることが明らかとなった。今後、このような変遷の実態把握を継続するとともに、その他の事象に与える影響についても検討を行う。

[自主研究]

# 環境基準の設定を踏まえた大気中微小粒子状物質の特性解明

米持真一 梅沢夏実

## 1 目的

2009年9月、微小粒子状物質(以降PM<sub>2.5</sub>)の大気環境基準が告示された。測定方法は、フィルター捕集により得た粒子の質量を秤量で求める濾過式捕集が基本となり、サンプラーやフィルター材質、秤量条件なども標準測定法として定義された。また、2010年10月、標準法と等価性である連続測定機が認証され、実質的に自治体等における常時監視体制の整備が開始された。

当センターでは2000年から、米国FRMサンプラーである、PartisolPlus2025 (ThermoFisher Scientific、以降FRM2025)を用いた一週間単位の捕集を継続している。国内でPM<sub>2.5</sub>の質量濃度と組成分析を長期間継続している事例は非常に少ないが、週単位であるため、HN<sub>4</sub>ClやNH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>、一部の有機化合物の揮散が多いと考えられ、24時間捕集を基本とする標準測定法で得られる濃度とは必ずしも一致しないと考えられる。

本課題では、標準測定法に準拠したPM<sub>2.5</sub>濃度を得ることで、PM<sub>2.5</sub>の状況を常時監視として評価するとともに、これまでの測定と比較を行うことで、PM<sub>2.5</sub>を測定する上での基本的事項を明らかにすることを目的とする。

## 2 方法

2台のFRM2025を活用し、従来同様の週単位の捕集(図1中①)と24時間捕集(図1中②)を並行して行う。フィルター材質は①は石英、②はPTFEである。また、両者に共通する分析成分は質量濃度と水溶性無機イオンである。②の恒量化

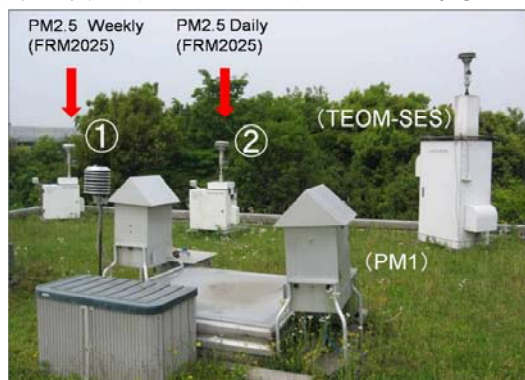


図1 微小粒子測定風景(当センター、エコロジ屋上)

条件は、35%RHである。

## 3 結果

2009年度は328日分の測定値が得られた。これらのデータから、年平均値を求めると19.0 μg/m<sup>3</sup>、98%値が48.5 μg/m<sup>3</sup>であり、環境基準を超過していた。また、35 μg/m<sup>3</sup>超過日数は32日(図2参照)あり、2009年10月から2010年2月に集中していた。

図3にSPMとPM<sub>2.5</sub>の月平均濃度の比較を示す。SPMに対するPM<sub>2.5</sub>の割合は、夏季に低く、冬季に高くなる傾向が見られた。特に11月と2月は、PM<sub>2.5</sub>>SPMとなった。この原因としては、測定精度だけでなく、除湿機能の有無、採取口から測定部(捕集部)までの経路の差などの影響が原因と考えられる。

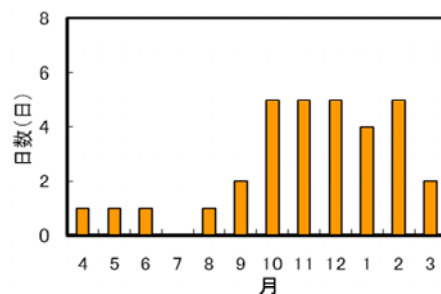


図2 月別35 μg/m<sup>3</sup>超過日数(2009年度)

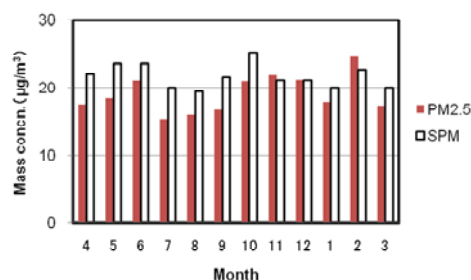


図3 SPMおよびPM<sub>2.5</sub>月平均値(2009年度)

## 4 今後の研究方向

今回は質量濃度および水溶性無機イオンのみの測定であったが、高濃度期の金属成分などについても分析を進め、その要因についての情報を得る。また、実際に測定を行うにあたり、生じる課題についても明確化していく予定である。

[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 王効拳 米倉哲志

### 1 目的

ムサシトミヨは、環境省および埼玉県が発行する「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 I A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り、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。

そこで、平成20年度および21年度において、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マーカーを開発し、生息地における母系統の多様性について検討した。平成22年度は、ムサシトミヨ生息地における遺伝子の多様度や近親交配の程度を解析するために、SSR(Simple Sequence Repeat)マーカーについて検討したので報告する。

### 2 方法

日本産トミヨ属(*Pungitius*)は、遺伝情報を用いた系統解析を行った結果によると、エゾトミヨ、淡水型、汽水型および雄物型の遺伝学的な4つのグループに分類され、ムサシトミヨは、淡水型に属することが報告されている<sup>1,2)</sup>。Koizumi *et al.*<sup>3)</sup>は、トミヨ属雄物型に属する個体について25のSSRマーカー(Omono01~Omono25)を開発し、その特徴を明らかにした。SSRマーカーは、同属に属する種では、共通して利用できる可能性が高い。したがって、これらのマーカーは、トミヨ属淡水型に属するムサシトミヨにも適用できる可能性がある。

そこで、本研究では、Koizumi *et al.*<sup>3)</sup>が報告したSSRマーカーをムサシトミヨに適用可能か否かを、マーカー増幅の可否により調べた。以下にその方法を述べる。

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、Koizumi *et al.*<sup>3)</sup>が報告した25のSSRマーカーを増幅するためのプライマーを用いて、PCRでマーカーとなるDNAを増幅した。PCR産物をアガロースゲル電気泳動にかけ、マーカーとなるDNA断片が増幅されるか否かを確認した。なお、PCRの反応液および反応サイクルは、Koizumi *et al.*<sup>3)</sup>の報告を改良して用いた。

### 3 結果

ムサシトミヨのDNAを鋳型として、Koizumi *et al.*<sup>3)</sup>が報告した25のSSRマーカー(Omono01~Omono25)をPCRで増幅した結果、全てのマーカーが増幅されることがわかった(表1)。これらのことから、彼らが報告した全てのSSRマーカーが、ムサシトミヨでも適用できる可能性が考えられた。

表1 ムサシトミヨDNAにおけるSSRマーカー増幅の可否

マーカー名	増幅の可否	マーカー名	増幅の可否	マーカー名	増幅の可否
Omono01	○	Omono11	○	Omono21	○
Omono02	○	Omono12	○	Omono22	○
Omono03	○	Omono13	○	Omono23	○
Omono04	○	Omono14	○	Omono24	○
Omono05	○	Omono15	○	Omono25	○
Omono06	○	Omono16	○		
Omono07	○	Omono17	○		
Omono08	○	Omono18	○		
Omono09	○	Omono19	○		
Omono10	○	Omono20	○		

○:増幅される、×:増幅されない

### 4 今後の研究方向

ムサシトミヨの調査個体数を増やし、25のSSRマーカーについて特徴を調べるとともに、これらのマーカーのいくつかを生息地個体に適用し、ムサシトミヨの遺伝子多様度や近親交配の程度を検討したいと考えている。

### 文献

- 1) 酒井治己(2009)魚類学雑誌, 56, 178-179.
- 2) 高田啓介(2003)トゲウオの自然史(後藤・森編), pp.213-222.
- 3) Koizumi *et al.* (2007)*Molecular Ecology Notes*, 7, 1315-1318.

[自主研究]

## 熱中症予防対策のための簡易な大気熱環境指標の検討

米倉哲志 松本利恵 嶋田知英 増富祐司 米持真一 竹内庸夫

### 1 目的

近年の埼玉県などの都市域におけるヒートアイランド現象や温暖化などの進行によって夏季における熱中症問題が顕在化している。

一般に熱中症を予防するための指標として、WBGT(湿球黒球温度)が用いられている。WBGTとは、人体の熱収支に影響の大きい湿度、輻射熱、気温の3要素を取り入れた暑熱ストレスの指標であり、労働環境においては、「WBGT指数に基づく作業者の熱ストレスの評価-暑熱環境」としてJIS Z 8504に規定されているだけでなく、日本体育協会の「熱中症予防のための運動指針」などにおいても用いられている指標である。このWBGTの測定には黒玉温度、乾球温度、湿球温度の3種類の温度の計測が必要のため、装置が大掛かりになり、多地点や長期的な連続測定も困難である。よって、一般の人々がこの指標を用いて、熱中症対策を行うことは難しい。

そこで本研究では、生活環境の中における熱環境の実態を把握すると共に、一般の人々が利用しやすい、主に気温や相対湿度を用いた熱中症予防対策のための簡易な大気熱環境指標を検討する。なお、本課題は、平成22年度～平成23年度の2年間での実施である。

### 2 方法と結果

WBGTの測定に必要な黒玉温度、乾球温度、湿球温度および野外の日射量を計測する装置を作成した(写真1)。作成した装置を用いて、野外2か所(アスファルト・芝生)、



写真1 WBGT計測装置(左: 野外用、右: 室内用)

室内2か所(畳室・日当たりのよい廊下)について夏期～秋期にかけてWBGTを10分間隔で計測した。また野外については同時に日射量も計測した。それらの計測結果を用い、米国の熱環境ストレス指標として用いられているHeat Index (NOAA: 米国海洋大気庁)も算出した。WBGTを目的変数とし、これら複数の熱環境パラメータ(気温・相対湿度・日射量・Heat Index)との重回帰分析を行った。重回帰モデルの選択には赤池情報量基準(AIC)を用いて検討を行った。

その結果、室内においては気温と相対湿度によるモデル式の当てはまりは良かった。一方、野外においては、気温、相対湿度、日射量の3要素によるモデル式の当てはまりが最も良かったが、WBGTの簡易推測という観点から気温と相対湿度のデータのみを用いてWBGTの近似値を求めることも可能であることが分かった(図1)。しかしながら気温と湿度によって求めたWBGTモデル値は実測したWBGTと比べ若干過小評価する傾向にあった。なお、野外と室内とではモデル式が比較的異なっており、WBGTモデル式を求める際には分けて検討することが必要であると考えられた。

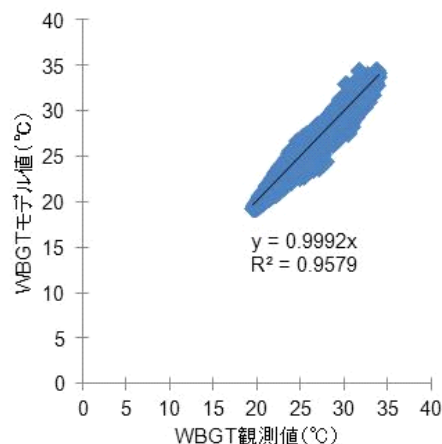


図1 野外アスファルト環境におけるWBGT観測値と気温および相対湿度より算出したWBGTモデル値との関係

### 3 今後の研究方向

来年度においても、主に夏季における様々な屋内外の環境要因においてWBGT値を測定し、データの蓄積をはかる。それらの結果を基に、気温や湿度などと比較し、関連性を評価し、WBGT簡易推定式の構築を試みる。

[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 川寄幹生 磯部友護

## 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。埋立処分場からは長期間にわたり水処理が必要な浸出水が流出するためその間の維持管理が必要とされる。また、埋立廃棄物由来の汚濁物質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、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年度に建設した大規模埋立実験装置(埼玉テストセル)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っている。これまで、中間覆土の代替えとしてPRBを敷設することにより、埋立初期の浸出水から高濃度の汚濁成分を除去できることを明らかにしてきた。実験を継続することにより、この効果の持続性の評価を行う。また、県営最終処分場において入手、運搬の容易な現地土壌、資源循環工場内から発生する熔融スラグ等について、PRB資材としての特性評価を行う。

## 2 埼玉テストセルによるPRB処理実験

### 2.1 実験装置及び方法

実験に用いた埼玉テストセルの概要を図1に、充填物の組成を表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。

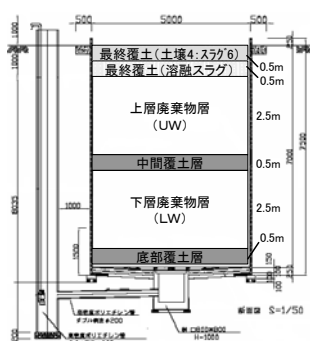


図1 テストセル概要

表1 各テストセルの充填物配合

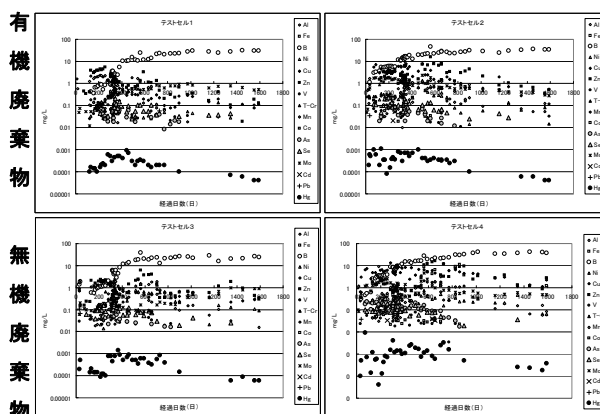
	セル1	セル2	セル3	セル4
最終覆土	土壌+スラグ	土壌+スラグ	土壌+スラグ	土壌+スラグ
上層廃棄物	廃棄物A	廃棄物A	廃棄物B	廃棄物B
中間覆土	PRB	スラグ	PRB	スラグ
下層廃棄物	廃棄物A	廃棄物A	廃棄物B	廃棄物B
底部覆土	PRB	スラグ	PRB	スラグ

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

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。

## 2.2 結果

図2に浸出水の金属成分濃度の推移を示す。



中間、底部にPRB敷設 中間、底部にスラグ層敷設

図2 浸出水の金属類濃度の推移

金属類については、浸出水中濃度は全体的に低く、有害金属としては、砒素がセル4で初期に排水基準値を超過したが、PRBによる顕著な処理効果が認められ、時間経過とともに廃棄物からの溶出濃度が低下してきた。しかし、ホウ素については依然として溶出が続いており、浸出水濃度も漸増している。今後も、モニタリングが必要と考えられる。

## 3 PRB資材の検討

溶出が継続しているホウ素の処理実験を行った。火山灰土壌と比較すると、埋立地内で採取した土壌の処理効果は低かった。

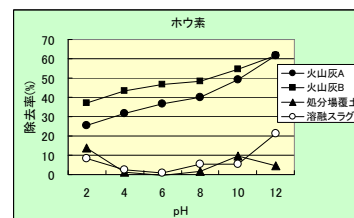


図3 各種土壌のホウ素除去効果

## 4 今後の研究方向

PRBの効果を定量的に評価するとともに、PRB資材の検討を進める予定である。



[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

廃棄物最終処分場(以下、処分場)から放出される埋立地ガスは、管理型処分場の廃止基準のひとつであるとともに、地球温暖化への寄与も併せもっている。日本における処分場由来の温暖化寄与率は全体の0.28%(359万t-CO<sub>2</sub>/年)と推定されている(2008年度)<sup>1)</sup>が、埋立地ガス放出量の実測データはほとんどない。処分場の廃止基準を明確に設定するためにも、統一した調査手法の確立が急務である。

本研究は、ガス放出量の調査手法を確立するとともに、複数の実処分場及び不法投棄現場において地表面及びガス抜き管等からのガス放出量を測定した。さらに、亜酸化窒素ガス(地球温暖化係数:310)濃度を測定した。

## 2 方法

調査対象は、5箇所(処分場A～E)及び1箇所の不法投棄現場(F現場)とした。調査方法は、地表面からのガス放出量については、静置式(閉鎖型)チャンパー法とした。ガス抜き管及び場内観測井(以下、ガス抜き管等)については、熱線風速計法とレーザーメタン計を用いた簡易法<sup>2)</sup>を併用した。また、得られたガス放出量について、処分場の面積及び深度、埋立廃棄物量、並びに埋立開始からの期間との関係を検討した。なお、5箇所の処分場内には焼却灰及び不燃残さが埋め立てられているが、F現場も含めて有機物含有量などの廃棄物組成が明確でなかった。

## 3 結果

埋立地全体からのメタン及び二酸化炭素ガス放出量の調査結果を表1に示す。メタンガス放出量については、地表面が130～100,000mL/分、ガス抜き管等が3～170,000mL/分であった。また、二酸化炭素ガス放出量については、地表面が790～480,000mL/分、ガス抜き管等が2～15,000mL/分となり、調査場所によりガス放出量に大きな差があった。これら6箇所からのメタン放出量を概算すると、0.13万t-CO<sub>2</sub>/年と推定された。

次に、各処分場ごとにガス放出量と各種項目の関係を解析するべきであるが、3年間の短い調査期間であったためE処分場を除き検討することができなかった。ちなみに、全調査場所をまとめて検討したところ、埋立年齢と地表面からの

ガス放出量の間には指数近似の関係がみられた。

調査回数の最も多いE処分場について、3箇所のガス抜き管等ごとのガス放出量の経年変化をみると、いずれも変動しながら徐々に低下する傾向があった。

表1 ガス放出量の概要

調査場所	面積 (m <sup>2</sup> )		地表面		ガス抜き管等	
			CH <sub>4</sub> (mL/分)	CO <sub>2</sub> (mL/分)	CH <sub>4</sub> (mL/分)	CO <sub>2</sub> (mL/分)
A	24,000	—	270(n=1)	27,000(n=1)	84(n=1)	260(n=1)
B	9,800	—	390(n=1)	13,000(n=1)	100(n=1)	260(n=1)
C	22,000	—	860(n=1)	23,000(n=1)	3(n=1)	840(n=1)
D	45,000	最大値	100,000(n=5)	480,000(n=5)	885(n=1)	2(n=1)
		最小値	1,200(n=5)	54,000(n=5)	—	—
E	34,000	最大値	36,000(n=2)	9,100(n=1)	170,000(n=8)	15,000(n=8)
		最小値	2,500(n=2)	—	43,000(n=8)	3,000(n=8)
F	3,300	最大値	260(n=5)	3,000(n=5)	480(n=5)	740(n=5)
		最小値	130(n=5)	790(n=5)	140(n=5)	180(n=5)

亜酸化窒素ガス濃度の調査結果は、0.011～110ppmvと大きな差があったが、空気中に含まれている約0.3ppmvよりも低濃度の地点が多かった。なお、濃度が高かった地点は、嫌気性埋立構造であるE処分場の110ppmv、55ppmv、7.8ppmvであった。他方、日本における管理型処分場は準好気性埋立構造が標準であり、内部保有水が貯留されていない機能が健全な場合にガス抜き管内には空気が侵入しやすい。本研究の対象ではD処分場がそれにあたり、ガス抜き管の方が場内観測井よりも亜酸化窒素ガス濃度が高かった。

## 4 まとめ

3年間にわたりガス放出量の調査を実施してきたが、調査年数及び回数の多い処分場についての傾向がみられた。さらに、埼玉県内の多くの処分場を調査することにより、全体的なガス放出量を把握することができる。なお、埋立地ガス中に多量の水蒸気が含まれる場合に、熱線風速計法が利用できないことが分かった。このような場合は、レーザーメタン計を用いた簡易法を適用するなど臨機応変な調査が必要である。最終的には、ガス放出量の測定手順のマニュアル化を実現したい。

## 文 献

- 1) 環境省(2010)日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- 2) 長森ら(2009)埼玉県環境科学国際センター報, Vol.9, 127

[自主研究]

# 廃棄物処理における省エネと温室効果ガスの発生抑制

倉田泰人 川崎幹生 長谷隆仁 鈴木和将

## 1 研究の背景・目的

平成20年3月に閣議決定された第2次循環型社会形成推進基本計画によれば、今後形成すべき循環型社会に対して低炭素社会と自然共生社会への取組を統合することが求められている。このことは、廃棄物排出量の削減に加え、廃棄物処理における温室効果ガス(GHG)の環境負荷を削減し、さらにエネルギー消費量を低減化させることが重要となることを意味している。一般廃棄物の処理は、排出源からの収集運搬、焼却を始めとする中間処理及び最終処分に至るまでに多大なエネルギーやコストを必要とし、二酸化炭素を始めとするGHGが発生している。低炭素社会を形成する上で何らかの排出抑制対策が必要となっている。そのため、一般廃棄物処理について、エネルギー投入・コスト・GHG排出量削減の3つの視点から、望ましい循環型社会システムを提示する必要性が生じている。本研究では、一般廃棄物処理においてエネルギー投入・コスト・温室効果ガス排出量削減の3つの視点から、埼玉県における今後のごみ処理の方向性を提示することを目的とした。

## 2 埼玉県における現状と課題

### 2.1 廃棄物処理におけるGHG排出量

一般廃棄物の処理処分発生するGHGの排出は、(1)排出源から処理施設までの収集運搬、(2)可燃ごみの焼却処理(焼却ごみの焼却による排出、焼却施設の稼働電力由来、焼却時の助燃剤由来)、(3)不燃・粗大ごみの破碎選別処理、(4)資源化処理、(5)最終処分場における排出(埋立作業由来、埋立地ガス、浸出水処理)、(6)中間処理施設から最終処分場までの残さ輸送に伴う排出が主となる。他方、廃棄物発電によりエネルギーを回収し、実質的にGHGの排出回避を行うことができる。

平成20年度に埼玉県における一般廃棄物処理により排出されたGHG推定排出量を表1に示す。各処理段階でのGHG排出量の寄与率は大きく異なり、焼却処理が全体の97.2%に達していた。焼却による直接排出の寄与率は74.5%、焼却施設の稼働電力由来は21.0%であり、この両者が廃棄物処理における主要なGHGの排出起源と考えられた。

廃棄物発電による電気エネルギー回収では、192,561トン-CO<sub>2</sub>換算に相当するGHGの排出回避が行われていたと推

定され、これは一般廃棄物処理におけるGHG排出量である931,107トン-CO<sub>2</sub>換算に対して20.7%に相当する。

表1 埼玉県におけるGHG推定排出量(平成20年度)

	GHG排出量	排出寄与率%
(1)収集運搬	13,711	1.5
(2)焼却処理	901,785	96.9
焼却による排出	691,658	74.3
施設稼働電力	194,618	20.9
助燃剤	15,509	1.7
(3)不燃ごみ等の破碎選別	5,948	0.6
(4)資源化処理	9,961	1.1
(5)最終処分	9,970	1.1
埋立作業	3,435	0.4
埋立地ガス	0	0
浸出水処理	6,535	0.7
(6)処分場までの残さ輸送	6,852	0.7
焼却残渣	5,640	0.6
不燃残さ	1,016	0.1
資源化処理後の残さ	196	~0
GHG推定排出量合計 (トン-CO <sub>2</sub> 換算/年)	931,107	100

### 2.2 焼却処理に伴うGHG排出量の将来予測

主となる排出起源である焼却処理全体から排出されるGHG量についてシナリオに基づく将来予測を行った。焼却ごみに含まれる廃プラスチック類の割合は県全体で1年間に平均して0.24%ずつ上昇している。他方、焼却廃棄物量は1年間に1%ずつ減少しているため、GHG排出量は10年後には2.7%の増加が見込まれた。現状のごみ質の推移では、1.23%の焼却ごみ量の削減でGHG排出量は横ばいとなり、年に2%、3%の削減では、10年後にそれぞれ8.7%、20%の削減になると推定された。

## 3 今後の研究方向

エネルギー投入・コスト・GHG排出量の削減の視点から、妥当な処理コストの下、適切な一般廃棄物処理によりGHG排出量の少ないシステムを提示し、環境への負荷量が少ない望ましい循環型社会システムを構築する支援を行う。

[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 細野繁雄 野尻喜好

## 1 目的

ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)やペルフルオロオクタン酸(PFOA)は撥水・撥油剤やフッ素樹脂原料として使用されてきたが、近年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。これらの物質は県内の河川の河川水から広く検出されており、生態系等への影響が懸念される。しかし、PFOSやPFOAの起源については不明な点が多い。そこで、生活関連の起源を確認するため、下水処理施設、農業集落排水処理施設の放流水、有機フッ素系化合物が使用されていると考えられる日用品についてPFOS、PFOA及びそれらの前駆物質(ペルフルオロアルキル基を持つスルホン酸アミドやアルコールで、環境中で分解されPFOSやPFOAに変化する可能性が指摘されている)濃度を調べた。

## 2 方法

### 2.1 調査対象

埼玉県内の下水処理場7ヶ所及び接続人口1000人程度の農業集落排水処理施設6ヶ所の放流水、日用品36製品(液体15種類、固体21種類)を対象とした。

### 2.2 対象物質と分析方法

対象物質(PFCs)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、前年度に開発した分析方法で濃度を測定した。液体の日用品はメタノールに溶解し、固体の日用品はメタノールで超音波抽出して分析した。

## 3 結果

### 3.1 下水処理場、農業集落排水処理施設放流水の濃度

7ヶ所の下水処理場の8放流水全てから1.5~37ng/LのPFOS、12~34ng/LのPFOAが検出された(表1)。また、一部の前駆物質も検出されたが、PFOS、PFOAに比べてそれらの濃度は低かった。6ヶ所の農業集落排水処理施設の各放流水から1.5~6.5ng/LのPFOS、2.2~40ng/LのPFOAが検出された(表1)。前駆物質は1ヶ所を除き、全て検出されなかった。県内河川水における2009年の調査結果(38地点の幾何平均濃度でPFOS、PFOAそれぞれ5.9、6.7ng/L)と比較して、下水処理場放流水は総じて高く、農業集落排水処理施設放流水は総じて低い値となった。

設放流水は総じて低い値となった。

### 3.2 日用品の濃度

液体日用品では、衣類用の防水スプレー5検体と自動車用コーティング剤2検体から8:2FTOHがそれぞれ最大で62,000、400ng/g検出された(表1)。液体日用品からPFOS及びその前駆物質は検出されなかった。

固体日用品からは、PFOSが2/21、PFOAが8/21、8:2FTOHが11/21の割合で検出された(表1)。殺蟻剤2検体からは、9,000,000、820,000ng/gのPFOSが検出された。ただし、この製品は現在殺蟻成分としてPFOSを使用していない。傘やヤッケなどのレインウェアからは8:2FTOHが検出され、それらの一部からはPFOAも検出された。殺蟻剤以外の固体日用品からはPFOS及びその前駆物質は検出されなかった。

表1 検出された主なPFCsの濃度範囲と検出割合

試料	PFOS	PFOA	8:2FTOH
下水処理場放流水	1.5~37 (8/8)	12~34 (8/8)	<0.4 (0/8)
農業集落排水処理施設放流水	1.5~6.5 (6/6)	2.2~40 (6/6)	<0.4 (0/6)
液体日用品	<300 (0/15)	<200~700 (1/15)	<200~62000 (7/15)
固体日用品	<4~9000000 (2/21)	<3~1300 (8/21)	<2~270 (11/21)

上段:濃度範囲(放流水 ng/L、日用品 ng/g) 下段:検出割合

## 4 まとめ

今回の調査で、生活系由来のPFCsのプロファイルが明らかになった。また現在市販されている日用品では、PFOSよりもPFOA系物質が使用されており、PFOAによる環境汚染の一部が生活に起因することが示唆された。一方、PFOSは工場や下水処理場の他に農業集落排水処理施設からも排出されることが分かった。

現在、PFOSはPOPs条約による規制で、ほとんど使用されていないと考えられるが、その前駆物質についてはまだ規制されていない。今後は、本研究で把握できなかったPFOS、PFOAの前駆物質に関する知見を集積し、PFCsによる環境負荷を解明することが重要である。また、今後も河川中のPFCsについて定期的に監視する必要があると考えられる。

[自主研究]

# カオリン及び関連粘土中のダイオキシン類分布と環境負荷量推定

堀井勇一 野尻喜好 大塚宜寿 蓑毛康太郎 細野繁雄

## 1 背景・目的

近年、新たなダイオキシン類の発生源として「カオリン粘土」が注目されている。カオリンは重要な鉱業資源であるが、米国ボールクレイ(カオリン質粘土)からは、日本の土壤環境基準を超えるダイオキシン類が検出されており、国内においても早急な汚染状況の把握が望まれている。本研究では、ダイオキシン類排出量の削減及び環境リスクの低減を目的に、まず国内各地で産出するカオリン及び関連粘土(陶土、陶石、耐火土等)中のダイオキシン類の濃度分布を調査し、その汚染状況を把握する。次に、耐火物や陶磁器製品の原料である粘土の加熱実験を行い、加熱前、加熱後(残さ)及び発生ガスの測定から、製品製造時における含有ダイオキシン類の挙動、マスバランスを明らかにする。以上の結果を総合し、粘土に含有されるダイオキシン類について、大気環境への負荷量を推定する。窯業におけるダイオキシン類の挙動及び排出量の正確な把握は、周辺環境に対する環境リスクや作業環境を評価する上で不可欠である。

平成22年度は、国内のカオリン質粘土についてダイオキシン類の濃度分布調査を行ったのでここに報告する。

## 2 方法

試料には、耐火土として知られる木節及び蛙目粘土を含む国内各地で産出する57検体のカオリン質粘土を15地域から収集した。これらの粘土は主に陶土として利用されている。試料は、「ダイオキシン類に係る土壤調査測定マニュアル」に準じて、抽出及びクリーンナップを行い、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計を用いてダイオキシン類の同定・定量を行った。

## 3 結果

分析したすべての試料からダイオキシン類が検出された。毒性等量(TEQ)の平均値及び濃度範囲は、それぞれ6.6pg-TEQ/g、0.00068~47pg/gであった。産地毎のTEQの平均値を図1に示した。各地の濃度は、瀬戸:21、石見:12、丹波:7.9pg-TEQ/gの順であり、全体的に陶土が陶石(加茂川、来待など)よりも高い傾向にあった。調査した国内粘土からは、米国ボールクレイのような高濃度ダイオキシン類は検出されず、すべての試料で土壤環境基準(1,000pg-TEQ/g)以下であった。しかしながら木節粘土の濃度は、平成21年度に環境

省が実施した一般環境土壌の測定結果:2.1pg-TEQ/g (n=717)と比較して10倍程度高い濃度である。今後、検出されたダイオキシン類の発生源や生成プロセスの解明が重要であり、そのためには、粘土鉱物組成分析や周辺地域の地質調査など、多角的な研究アプローチが必要と考えられる。

粘土の生産量とTEQからダイオキシン類のインベントリを算出した。木節・蛙目粘土由来のダイオキシン類は、実濃度ベースで1.3kg/yr、TEQベースで4.7g-TEQ/yrと見積もられた。環境省が推計した平成21年度ダイオキシン類の国内排出量(大気)は158~161g-TEQ/yrであり、カオリン粘土は全体の2.9%に相当する。世界各国カオリン粘土のインベントリは、全体で667kg/yr、2,449g-TEQ/yrと推定される。米国のボールクレイは、TEQ及び生産量ともに高く、カオリン粘土全体のTEQの73%を占める。国内カオリンの全体への寄与は0.2%程度と非常に低いことが判明した。

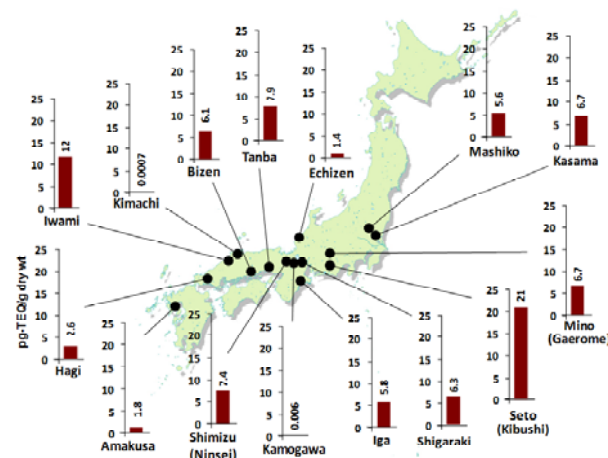


図1 国内主要粘土中のダイオキシン類濃度分布

## 4 今後の研究方向

現在、各機関が行っている環境負荷量の推定では、カオリン等自然由来の発生源は考慮されていない。しかしながら、カオリン粘土に含まれるダイオキシン類量は、地域によっては決して少なくない。粘土の産業利用に伴いダイオキシン類がどのような挙動を示すのか、今後明らかにしていく必要がある。平成23年度は、管状電気炉を用いて粘土の加熱試験を行い、粘土製品の製造過程における含有ダイオキシン類のマスバランス調査を行う予定である。

[自主研究]

# 淡水大型二枚貝の多元的活用に関する基礎的研究

—二枚貝の稚貝供給手法の検討—

田中仁志 木持謙 田中大祐\* 高橋透陽\* 西尾正輝\*\* 友延栄一\*\*\* 伊藤一雄\*\*\*\* 中村省吾\*

## 1 目的

淡水産であるイシガイ科二枚貝(以下、単に二枚貝と記す)は、大きな過能力を持つことから水質の長期安定化に寄与すると共に、絶滅が危惧されるタナゴ類の産卵母貝となるなど、水圏生態系において極めて重要な機能を有している。また、それらの機能は、水環境分野での多元的活用が期待される。一方、二枚貝の生息域や個体数は年々減少傾向にあり、保護対策が急務である。本研究は、多元的活用に向けた必要手順として、埼玉県内に生息する二枚貝の生息環境保全への寄与と人為的安定供給化を目標とした基礎段階に位置づけられる。昨年度までの人工飼料による二枚貝の給餌試験を行った結果、大型水槽を用いたイシガイの長期飼育を可能とする条件が示唆された<sup>1)</sup>。この成果を踏まえ、不明な点が多く残されている二枚貝生息地における利用天然餌とその起源を明らかにすることを目的として、流域の土地利用状況が異なることが特徴となる二枚貝の生息地である本県川島町、岡山県岡山市及び富山県氷見市内の農業用水路又は小河川で調査した。本稿では、水質分析及びPCR-変性剤濃度勾配ゲル電気泳動(PCR-DGGE)法による二枚貝腸内容物及び環境試料のバクテリア解析のそれぞれの結果について報告する。

## 2 方法

### 2.1 二枚貝生息地における調査地点の特徴

調査は、二枚貝の生息密度は小さく、住宅化がやや進んだ水田地帯の農業用水路であるN用水(埼玉県川島町、以下、N用水と表す)のほか、二枚貝の生息密度は比較的大きく、住宅密集地を流れる小河川のE川、N川(岡山県岡山市、以下OE川、ON川と表す)、及び二枚貝が高密度で生息し、古くから居を構える民家が散在する典型的な水田地帯の小河川であるM川、N川(富山県氷見市、以下HM川、HN川と表す)の、地理的かつ流域特性が異なる3生息地で行った。調査地点は、二枚貝の生息状況を踏まえ、N用水2地点、OE川、ON川各1地点の計2地点、HM川、HN川各2地点の計4地点、合計8地点を選定した。

### 2.2 水質分析

調査は、平成22年4月から平成23年3月まで、N用水、HM

川及びHN川では、1回/月の頻度で12回、OE川及びON川は、5、7、9、11及び2月に各1回、計5回行った。採水時には気温、水温などを測定し、実験室において生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、総窒素(T-N)、総りん(T-P)、及びクロロフィルa(Chl-a)などの化学分析を行った。

### 2.3 PCR-DGGE法によるバクテリア分析

2010年3月から12月に、氷見市M川及びN川の水質調査と同地点の4地点において採取した、河川水、堆積物及びイシガイの腸内容物を試料に用いた。河川水は100mlを、孔径0.2 $\mu$ mのポリカーボネートメンブレンフィルターを用いて減圧濾過し、細菌を捕集した。そのフィルターから、UltraClean Soil DNA Isolation Kitを用いてDNAを抽出した。堆積物1gからも、同じキットを用いてDNAを抽出した。イシガイの腸内容物からは、フェノール・クロロホルム法を用いてDNAを抽出した。これらを鋳型として、細菌の16SrDNAをPCR法で増幅した後に、DGGE法で解析した。

## 3 結果と考察

水質分析の結果は、一例として、各調査地点におけるCODは、中央値と比較するとN用水、OE川及びON川は、1.9~2.4mg/Lの類似した値を示したのに対して、HM川及びHN川は、3.2~5.3mg/Lのやや高い値を示し、最大値も11~18mg/Lの大きな値を示した。Chl-aの値は、CODの値との正の相関性があり、N用水及びOE川及びON川は、調査期間中は概ね10 $\mu$ g/L以下であったのに対して、HM川及びHN川は最大値が25~40 $\mu$ g/Lを示した。さらに、HM川よりもHN川の方がCOD及びChl-aの、中央値及び最大値いずれも高い傾向があったように、生息地によって水質に異なる特徴があることが明らかとなった。

一方、PCR-DGGEの結果、各月におけるHM川とHN川のバンドパターンに差異が認められ、同じ河川でも採取定点ごとにバンドパターンが異なる場合もあった。河川水、堆積物、腸内容物のバンドパターンのクラスター解析の結果、それぞれが固有のクラスターを形成したことから、細菌群集構造は生息環境によって大きく異なることが考えられた。

参考文献 1)田中ら(2010)埼玉県環科国セ報, 10, 105.

Study on multiple application for water environment by using large bivalves

\*富山大学大学院理工学研究部(理学)、\*\*氷見市教育委員会、\*\*\*岡山市役所、\*\*\*\*城西大学付属川越高等学校・城西川越中学校

[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。紫外線吸収剤は日焼け止め成分として化粧品に使用されるほか、製品の耐候性向上のためにプラスチックや包装材、塗料などの高分子製品に混合されている。しかし、一方で近年アメリカやヨーロッパでは、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)と考えられている。ここ数年、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。本年度は水生生物中の紫外線吸収剤22種の多成分同時分析手法を確立し、水生生物中の紫外線吸収剤の蓄積濃度を測定し、器官別の分配特性や生物種間の蓄積特性を評価した。さらに、安定同位体を用いて、紫外線吸収剤や紫外線安定剤の食物網を介した生物濃縮性を評価した。なお、本要旨では水生生物中の紫外線吸収剤の蓄積濃度の結果の一部のみを示す。

## 2 研究方法

**分析対象物質:**国内で使用が考えられる紫外線吸収剤(ベンゾトリアゾール系8種、ベンゾエート系2種、ベンゾフェノン系3種、トリアジン系1種、フェニルサリシレート系1種、アクリレート系2種、その他5種)とした。また、発生源推定に有効と思われる、メチルトリクロサン及び合成香料HHCBも対象とした。

**分析試料:**県内の生活排水路、河川及び湖沼計14地点において水試料、底質試料を採取するとともにその地点に生息する魚類、定性動物、水生昆虫、付着藻類、両生類等の水生生物を採取した。また、外来魚駆除事業で採捕した水生生物も試料とした。

**分析方法:**水及び底質試料については既報を一部修正した方法に従い分析を行った。水生生物は湿重量を測定後、大型の生物は筋肉、肝臓等の器官ごとに解剖し、それぞれ凍結乾燥を行った。小型の生物は解剖を行わずに全量を凍結乾燥した。凍結乾燥試料はホモジナイズ後、サロゲート混合液を添加し、ソックスレー抽出を行った。抽出液はヘキサンに転溶され、液液抽出

及び二種類の固相カートリッジ抽出を施すことで脱脂を行った。脱脂後、抽出液を濃縮しGC/MSにより対象物質を測定した。回収率はすべての物質において67.6~130.6%(平均92.6%)であった。

## 3 結果

図1に荒川の玉淀及び久下で採捕した水生生物中の紫外線吸収剤の濃度及びその組成を示す。両地点で底質中紫外線吸収剤濃度に大きな違いがなかったのと同様に(久下(20mg/kgOC):玉淀(78mg/kgOC))水生生物中紫外線吸収剤濃度にも大きな違いはなかった。また、両地点ともに高濃度であった生物は付着藻類やヒラタカゲロウ、マシジミといった底生動物であり、魚類の濃度はそれらよりも低い傾向であった。組成についても、魚類ではUV-326、UV-327、UV-328、BP-3で構成されているのに対し、底生生物ではそれら以外にもUV-P、OMC、UV-234の寄与が大きかった。

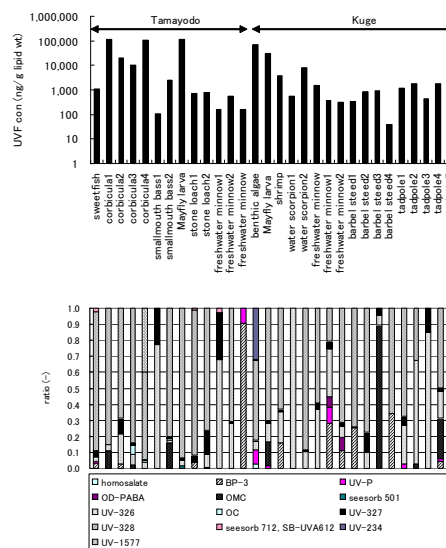


図1 水生生物中の紫外線吸収剤及び紫外線安定剤濃度

## 4 結論

本研究により紫外線吸収剤や紫外線安定剤の水環境中の存在や生物蓄積性、濃縮性が明らかとなった。

[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収集されている。これらのデータは規制や監視などを行なうために主に用いられているが、データの積極的な公開と共に、その後どのように活用していくかという視点に立った取り組みは数少ないと思われる。この根底にはデータが分散して利用しにくい状況にあることや、従来の汚濁負荷解析による河川水質の説明力では行政ニーズを十分に満たせていないという解析手法としての課題があると思われる。

本研究の目的は行政の保有するデータの積極的な公開とその利活用のあり方の一例を示すために、(1)河川関連データの収集・公開をするシステムを構築すること、(2)行政の保有するデータから汚濁負荷発生源解析を行なうこと、(3)発生源と解析結果と河川水質モデルを組み合わせることで、河川調査結果の説明を試みることである。

## 2 成果と今後の課題

### 2.1 河川水質データベースの概要と課題

埼玉県内の環境基準点・補助地点(全94地点)における河川常時監視について、測定地点の概要、主要な水質項目の年平均値(1981年～2008年)を公開にするシステム(図1)を構築した。毎年埼玉県水環境課から公表される測定結果をデータベースにインポートすることにより、データの更新が行えるようになっている。

埼玉県内の市町村でも河川水質調査を行っており、その調査地点数は平成18年度で約770地点にも上る。県で保有・公開可能なデータと併せると、より詳細に水環境の状況把握が可能になると思われるが、市町村の測定データはまだ十分に公開されている状況とは言えない。本研究で作成したデータベースをたたき台に、データ提供のあり方や同一流域にある自治体の調査のあり方などを担当者間で議論する場を持つことが重要であると思われる。

### 2.2 汚濁負荷発生源解析の概要と課題

研究開始当初、汚濁負荷発生源解析は複数の流域において実施する予定であったが、諸般の事情により柳瀬川流域のみで検討することになった。

負荷発生源のうち、特定事業場や浄化槽に関するデータ

は数が膨大であるため、更新作業を省力化するために行政のデータベースとの緊密な連携が必須である。しかし残念ながら本研究期間内に十分な連携を取ることはできず、課題として残った。

### 2.3 河川水質モデルの適用

汚濁負荷解析結果を入力データとし、USEPA QUALをベースとした反応モデル(表1)を適用した。その結果を図2に示す。測定結果と計算結果の傾向は一致することから、発生源データによる河川水質調査結果データの解釈や、負荷発生量の削減効果による水質への影響の推定に用いることが出来ると考えられた。

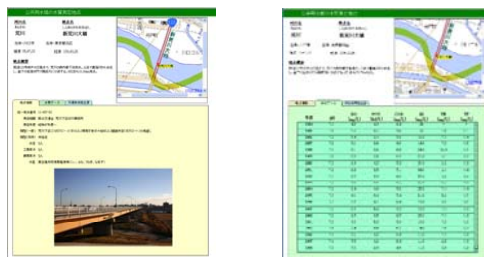


図1 河川水質データベース

(左:測定地点の概要, 右:主要水質項目の年平均値。両者はタブにより整理されている)

表1 考慮した反応プロセスと量論関係

プロセス	DO	BOD	ABM	反応速度式
再ばっ気	1			$K_2(DO_s - DO)$
生物分解	-1	-1		$K_1 \cdot BOD$
BOD成分の沈殿		-1		$K_3 \cdot BOD$
藻類の光合成	1		1	$\mu_{max} \cdot ABM$
藻類の呼吸	-0.6		-1	$\rho \cdot ABM$

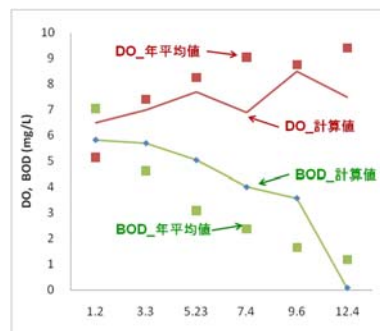


図2 柳瀬川の水質年平均値と計算値の比較

[自主研究]

# 活性汚泥モデルの活用による 下水処理プロセスからの温室効果ガス発生抑制の検討

見島伊織 柿本貴志

## 1 研究の背景と目的

下水道は、公衆衛生の向上や公共用水域の保全といった環境への負荷を低減する役割を担っている一方で、地球温暖化で問題となっているエネルギーの大量消費も行われている。下水道から排出される温室効果ガスはCO<sub>2</sub>換算で我が国全体の0.5%程度と見積もられており、1事業としては大きい割合を占める。水処理においては、温室効果ガスとして、曝気のための電力消費に由来するCO<sub>2</sub>や窒素除去過程で生じるN<sub>2</sub>Oの割合が大きい。特にN<sub>2</sub>Oに関しては、発生量や発生抑制手法が明らかではないため、その発生機構を明らかにし、制御手法を確立することが急務の課題である。N<sub>2</sub>Oの発生は、曝気量などと密接に関わっていることから、曝気エネルギーやN<sub>2</sub>Oの発生をリンクさせて解析し、モデルを用いて総合的に温室効果ガスの発生を抑制することが効果的である。

本研究では、活性汚泥モデルを用いてN<sub>2</sub>Oの発生を表現することを試み、モデルを使ったシミュレーションにより、下水処理施設からの温室効果ガス削減量の算定を行うことを目的とする。ここでは、処理方式や規模などの条件が異なる複数の下水処理施設において窒素除去とN<sub>2</sub>O発生に関して調査を行い、これらの条件の相違による硝化・脱窒活性とNO<sub>2</sub>-NやN<sub>2</sub>O発生に関連性について検討した。

## 2 調査及び実験方法

調査は、オキシデーションディッチ(OD)法(施設A)、間欠曝気法(施設B)、標準活性汚泥法(施設C)と処理方式の異なる3つの処理施設で行った。各施設から流入水、反応槽内の混合汚泥、処理水を採取し、有機物、窒素成分などを分析した。気相N<sub>2</sub>Oの分析のため、反応槽の上部気相部から真空瓶等を用いてガスサンプルを採取した。溶存N<sub>2</sub>Oの分析は、ヘッドスペース法により気液平衡させたサンプルを測定した。別途、採取した活性汚泥を用いて、回分試験にて硝化・脱窒活性を調べた。

## 3 結果と考察

すべての処理施設において、有機物の除去は95%以上と良好だが、窒素除去は60%程度であった。処理水における

窒素成分をみると、NH<sub>4</sub>-Nは僅かしか残存していないのに対しNO<sub>3</sub>-Nが50~80%と大部分を占め、NO<sub>2</sub>-Nが僅かに検出されることもあった。特に施設A・BでNO<sub>3</sub>-Nの残存が顕著であり、脱窒が律速となって窒素除去率が低いものと考えられた。さらに、窒素負荷量について調べたところ、施設A・Bに比べ施設Cにおいて高い結果が得られた。

既存の研究より前駆物質であるNO<sub>2</sub>-Nの蓄積がN<sub>2</sub>Oの発生原因の一つとして考えられており、本研究においても処理水におけるNO<sub>2</sub>-Nの残存量が多いほど気相N<sub>2</sub>Oが多く発生している傾向が確認された。さらに、除去T-N量あたりN<sub>2</sub>O転換率は、0.014%(施設A)、0.044%(施設B)、0.41%(施設C)であった。

回分実験における硝化・脱窒速度と生成されたNO<sub>2</sub>-N濃度は図1に示したとおりである。施設Cにおいて硝化速度が高くなるにつれてNO<sub>2</sub>-Nが生成される結果が得られた。脱窒速度とNO<sub>2</sub>-Nについては、いずれの施設においても脱窒速度が上昇すればNO<sub>2</sub>-Nが生成される傾向にあったが、特に施設A・BにおいてNO<sub>2</sub>-Nが多く生成される結果となり、この結果から施設A・Bでは脱窒由来、施設Cでは硝化由来によるN<sub>2</sub>O発生が生じている可能性が示唆された。

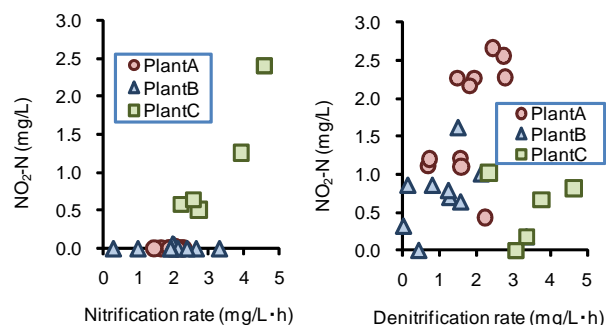


図1 硝化脱窒速度とNO<sub>2</sub>-Nの関係

## 4 今後の方向性

活性汚泥モデルを用いてN<sub>2</sub>Oの発生を表現することを試みる。このモデルを使ったシミュレーションにより、下水処理施設からの温室効果ガス削減量及びそれに伴う運転コスト削減量の試算を可能とする。これらにより、下水処理分野における温暖化対策及び下水処理プロセスにおける諸問題の対策のための理論的な情報を集積する予定である。



[自主研究]

# 河川・池沼表面水の水質汚濁特性評価と 発泡・ぎらつき現象の原因解明

池田和弘 見島伊織 柿本貴志 高橋基之

## 1 研究背景と目的

河川・池沼では油膜に見えるぎらつきや発泡が観察され、県民からも問い合わせ・苦情が寄せられている。比企丘陵を流れるI川では、少なくとも平成16年ころから現在まで泡の流下が観察されている。人工の界面活性剤は検出されず、自然由来と疑われるが詳細は未解明である。本年度は現象解明を目的として河川水と泡の有機物特性の評価を行い、原因物質等に関する知見が得られたので報告する。

## 2 調査および分析方法

I川は、調節池放流先を起点とし、最終的にはH川に合流する河川延長約1.2kmの普通河川である。泡の流下は日により変動するが、季節を問わず断続的に観察される。晴天時に計5回、図1に示す地点で行った。I川のBODは、

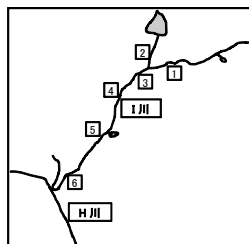


図1 調査地点概要

発泡が著しかった5月21日でも2.3-3.4(mg/L)であり有機汚濁が著しいとは言えない。地点2では付着藻類が大量に繁殖しており、高いpH(9.0)が観察された。

試料はGF/C濾紙で処理を行い、ろ液を分析に供した。分子量分画は攪拌加圧型膜処理装置で行った。糖はフェノール硫酸法で、タンパク質はBladford法で定量した。三次元励起蛍光スペクトル法による分析結果から、フルボ酸様有機物に対応する励起波長320nm、蛍光波長430nmの蛍光強度を求め特性解析に用いた。生分解性試験は20℃の好気条件で行った。発泡性は遠沈管に試料を入れ、300rpm、5分間縦しんどうした直後の泡高さで評価した。

## 3 結果および考察

発泡の著しかった5月21日の有機物特性と発泡性を表1に示す。現場で泡のみられた地点2~6の河川水は同程度の発泡性が確認された。地点2~6の糖濃度は1.8-2.2mg/Lであり、中禅寺湖で自然由来の発泡が観察された時の糖濃度に匹敵した。また糖の有機物にしめる割合は21-28%と通常の河川と比べ著しく高かった。タンパク質も2.7-4.1%とや

や高かった。蛍光強度/DOCは、通常の河川水(0.25-0.3)と比べやや低く、フルボ酸以外の有機物の比率が高いことが示唆された。なお、泡では蛍光強度/DOCは0.09-0.10とさらに低かった。発泡性を確認できたのは10kDa以上の画分だけであり、画分中の糖とタンパク質の割合はそれぞれ58%と13%と極めて高かった。

表1 発泡の著しかった5月21日の有機物特性と発泡性

調査地点番号		1	2	3	5	6	
現場状況		発泡なし	若干発泡	発泡あり	発泡あり	発泡あり	
発泡性	河川水	mm	0.0	0.0	0.0	0.0	
	20倍濃縮試料	mm	2.7	5.8	5.7	5.1	5.0
水質	TOC	mg/L	1.9	4.4	3.9	3.4	3.3
	DOC	mg/L	1.9	3.6	3.5	3.2	3.4
	糖	mg/L	1.0	2.1	1.8	2.2	1.8
	タンパク質	mg/L	0.10	0.23	0.18	0.27	0.23
	蛍光強度/DOC	OSU-L/mg	0.28	0.21	0.23	0.23	0.22
	SUVA260	L/mg·cm	0.033	0.027	0.028	0.028	0.032

図2に地点3と他河川の分子量分布を示す。泡が観察されたI川の5月21日は、分子量1kDa以上、特に10kDa以上の有機物濃度が高いことが分かった。

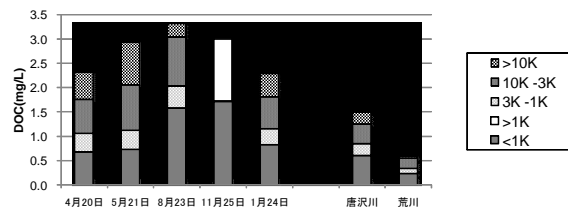


図2 有機物の分子量分布 \*発泡していたのはI川の5月21日のみ

地点5の泡をWaters社製 Sep-Pak Plus PS-2カートリッジで分画し、発泡試験を行ったところ疎水性画分に泡の原因物質が含まれることが分かった。地点6下流の泡の生分解試験を20日間行ったところ、DOCは5.5mgC/Lから4.6mgC/Lと若干の減少だったが発泡性は4.4mmから1.8mmと激減した。糖濃度は7.8から5.3mg/Lと糖は比較的多く分解され、DOCの減少のほとんどは糖の分解によると考えられた。また、糖の発泡への寄与が強く示唆された。

## 4 今後の方向

泡の成分分析を主に糖類を対象に進めるとともに、県内河川での発泡と水質モニタリングを行うことで生成要因を明らかにする。ぎらつき現象の原因判断手法を構築する。

[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元荒川最上流域は、周辺の宅地化が進行していることから、生活排水対策が必須の状況にある。本研究では、単独および合併処理浄化槽の放流水と生活雑排水との混合水を主な浄化対象とし、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った。これまでの研究で、浄化槽と同程度の処理水質を得るためには、処理水量は基本的には100L/m<sup>2</sup>・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が、水質浄化資材の充填方法の改善の必要性が明らかとなった。次いで、浄化資材としてゼオライト成形体の導入を検討したところ、浄化対象水のNH<sub>4</sub>-N濃度が高いため、導入効果が数日間しか得られなかったことに加え、本技術の冬季の処理性能の低下が課題となった。

これらの結果をふまえ平成22年度は、可能な限り運転に係るエネルギー消費量を抑制するという観点にも立ちつつ、本技術の改良と実用可能性について検討した。

## 2 方法

これまでと同様、単独および合併処理浄化槽の設置家庭からの排水が流入する道路側溝の水を浄化対象とした。

実験装置は、外寸W500mm×L1,000mm×H175mm(板厚20mm)の傾斜土槽容器を、4段積み重ねたものを4系設定した。浄化資材は、30mmφ程度の多孔質ろ材(発泡ガラス製)とし、資材6Lを5mmメッシュのネット袋に入れたものを傾斜土槽容器1個につき3袋ずつ充填した。設置実験系と実験条件について表1にまとめた。保温方法は気泡緩衝シートを5層構造で実験装置を覆うこととし、保温のためのエネルギーは使用せずに対応した。なお、原水の供給は、水中ポンプを用いてon/off=3min/27minの間欠運転で行った。実験は平成22年12月より開始し、3月までの原水および最終放流水について、BOD、SS、窒素、リン等を分析した。

## 3 結果および考察

実験開始翌日を除いた期間全体の流入原水水質の平均値は、BOD:25mg/L、SS:9.2mg/L、NH<sub>4</sub>-N:30mg/L、T-N:

39mg/L、T-P:4.4mg/Lであった。

水温の期間全体の平均値は、流入原水、系1～系4の順に、9.1、7.0、7.9、5.3、6.6[°C]であり、気泡緩衝シートを使用した系1および系2で保温効果が得られた。

各系における各水質項目の除去率について表2に示す。全ての項目で、同一の水量負荷条件下では除去率にほとんど差は見られなかった。一般に、BOD資化微生物は10°C前後、硝化細菌は12°C前後まで水温が低下すると、その活性が低下するとされているが、検討した期間では保温した系でも平均水温は10°C未満であり、生物による水質浄化は全ての系で期待できなかつたと考えられる。従って、水温の低下する冬季は、浄化資材による物理的ろ過・捕捉による水質浄化が中心となり、蓄積した汚泥の除去が重要となるが、資材をネット袋に入れた形で傾斜土槽容器に充填している本方式では、容器に直接充填する方式に比較して汚泥の分離・回収作業性は改善されていた。

表1 実験条件

実験系	1	2	3	4
浄化資材	多	孔	質	ろ材
水量負荷 [L/m <sup>2</sup> ・d]	100	200	100	200
保温	○	○	—	—

表2 各水質項目の除去率 (単位:%)

実験系	1	2	3	4
BOD	31	25	35	26
SS	55	47	54	47
T-N	6.4	4.8	8.6	2.6
T-P	0	0	0	0

## 4 今後の展望等

本技術を適用する場合、春季～秋季は物理ろ過+微生物浄化、冬季は物理ろ過が主体となり、特に冬季は蓄積汚泥の回収頻度を上げる等の対応が効果的と考えられる。

[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 濱元栄起 八戸昭一 石山高

### 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、深刻な環境被害(汚染物質の地下浸透・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等を行う。

### 2 浅部地下構造モデルの検討

本県では、過去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。

この推計に使われている地下構造モデルのうち、主に地下数十m程度までの浅い地盤を対象とした浅部モデルについては、当所が管理運用している地質地盤情報に関するデータベース(地質地盤インフォメーションシステム)に搭載された地質柱状図に基づいてモデル化が行われている。ただし、システムに搭載されたデータは、県平野部のうち特に南部については高密度に存在するものの、北部についてはボーリング調査の実施例が少なく、必ずしも十分な量のデータが確保されているわけではない。こうした不足を補うため、地震被害想定調査では地形情報を加味して地下構造を推定し、県全域の浅部モデルを作成している。したがって、ボーリング調査の乏しい地域の浅部モデルについては、十分な精度が確保されていないケースが含まれている可能性がある。そこで本研究では、複数の地点で微動探査法による浅部地下構造調査を行い、その結果を地震被害想定調査の浅部モデルと比較してモデルの妥当性について検討を行った。

図1は地盤による地震の増幅割合(岩盤の増幅割合を1とした場合の比率)を、地震被害想定調査の浅部モデルおよび微動探査から推定された地盤モデルと比較した例である。なお、この例の調査地点はボーリングデータが乏しい県北部である。両者とも増幅の割合は類似しているが、卓越周波数が異なっていることがわかる。一方、図2は同様の比較をボーリングデータが高密度に存在する県南部の地点について行ったものである。両者の傾向はよく合っており、この例では地震被害想定調査の浅部モデルが実測結果をよく表現できていることがわかる。

このように地震被害想定調査の浅部モデルについては、必ずしも十分な精度が確保されていないケースが一部含まれており、今後、調査の見直しを行う機会があれば、新たな知見や手法を取り入れて浅部モデルの見直しも併せて行うことが望ましいものと考えられる。

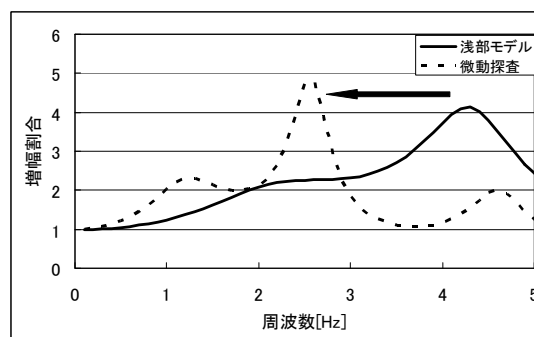


図1 県北部での地震応答倍率の例

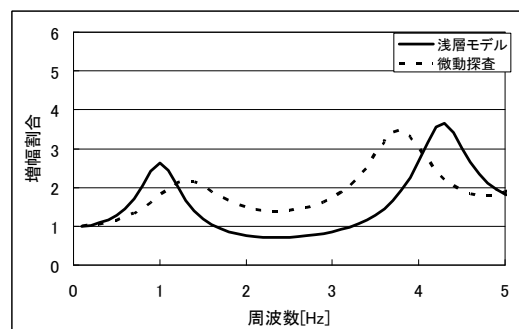


図2 県南部での地震応答倍率の例

[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 濱元栄起 高橋基之 白石英孝

## 1 はじめに

近年未汚染の土壌や堆積物の溶出試験からヒ素や鉛等の重金属類が検出されている。本研究では、このような自然地層中に含まれる重金属類の含有量や溶出特性を把握することを目的とした新しい地盤情報システムの実現可能性やその応用法について検討している。今年度は県平野部における自然土壌や堆積物からの重金属類の溶出特性をとりまとめ、その結果を基に地域特性の評価を実施した。

## 2 自然地層中に含まれる重金属類の溶出特性

大宮台地とその周辺の沖積低地における計150試料について鉛やヒ素に代表される重金属類の溶出特性を考察した。鉛の溶出量と溶出液のpHとの関係を図1に示す。図に示す通りローム質土の溶出量は他と比較して非常に小さく、高い捕捉能が確認された。また海成のシルトや砂質土はpHが3~4程度まで低下すると溶出量が増加するが、貝を多量に含んでいる場合には溶出量は低下した。一方、陸成シルトや一部の砂質土などはpHが6~7の条件下で溶出量が増加する例がみられた。これらの検液は濁度が10NTUを超過していることから、検出された鉛は溶出液中に混入したコロイドに吸着していたものと推察された。このような溶出特性は鉛の他、ヒ素・鉄・アルミニウム・クロム・カドミウムなど他の重金属類についても基本的には同様な傾向がみられた。

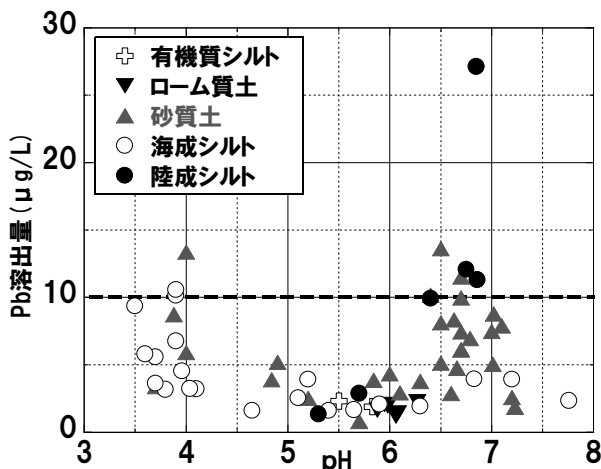


図1 重金属吸着能に関する地域特性解析の例

表1 地域特性解析のための地域区分

地域区分番号	区市町名
1	川口市・鳩ヶ谷市・戸田市・蕨市
2	さいたま市大宮区・西区・北区・見沼区
3	さいたま市浦和区・中央区・桜区・緑区・南区
4	上尾市・桶川市・北本市・伊奈町
5	蓮田市・白岡町・さいたま市岩槻区
6	草加市・越谷市・八潮市
7	三郷市・吉川市・松伏町
8	和光市・朝霞市・志木市・新座市
9	所沢市・富士見市・ふじみ野市・三芳町
10	川越市・狭山市
11	吉見町・川島町
12	東松山市・坂戸市・鶴ヶ島市

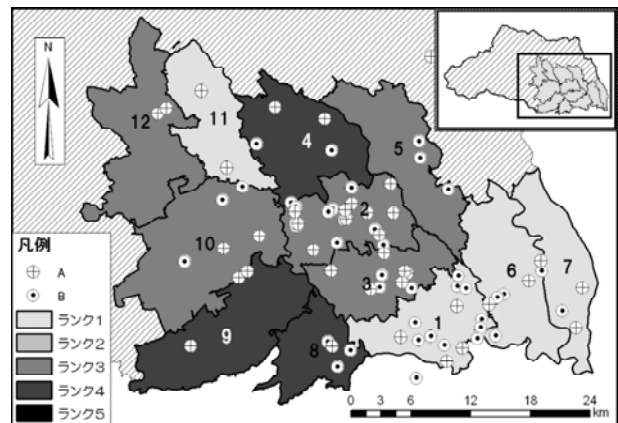


図2 重金属類の捕捉能に関する地域特性評価図

A: ペネ試料の収集箇所、B: ペネ試料以外の土壌や堆積物試料の収集箇所、図内の数字: 地域区分番号

## 3 地域特性の評価

地域特性評価を実施するため、表層の地質条件が類似した隣接する市町区域を統合し、表1に示すような地域区分を作成した。前章のとおり地質種毎に重金属類の溶出挙動は異なることから、表層の地質条件に基づいて地域特性評価を実施した。ここではローム質土の重金属類の捕捉能に着目した地域特性評価図を図2に例示する。図では地表部にローム質土が分布する地域の面積率に応じてランク1(0~20%)からランク5(80~100%)まで20%単位で5段階に階級を区分しており、高位ランクほど重金属類捕捉能の高い地盤がより広く分布していることを示している。図のとおり、重金属類の捕捉能は明瞭な地域差が現れた。このような地域特性図は、今後重金属類の漏洩事故が発生した場合などに基礎情報として参考となることが期待される。

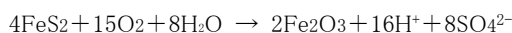
[自主研究]

# 沖積堆積物からの重金属類溶出特性の解析と 海成堆積物の簡易判別法の開発

石山高 佐坂公規 長森正尚 見島伊織 八戸昭一

## 1 目的

近年、日本各地で自然由来による土壤汚染が顕在化し始めている。特に、硫化鉱物を含む海成堆積物は空気中で風化されると酸性土壤へと変化し(下式)、そこから様々な塩類とともに有害重金属類を溶出させることが知られている。



本研究では、自然土壤による汚染リスクを評価・管理するため、海成堆積物からの重金属類溶出特性及び海成堆積物の判別法について検討する。今年度は、土壤中の硫黄含有量及び土壤の導電性に着目した、海成堆積物の簡易判別法について検討した結果を報告する。

## 2 方法

県南東部(三郷市)の地質コア試料(掘削深度57m、検体数56)を用いて、土壤中の硫黄含有量を測定した。測定には、波長分散型蛍光X線分析装置を使用した。

土壤の導電性を把握するため、土壤溶出液の電気伝導度(EC)を計測した。土壤溶出液の調製は、地質試料3gを50mL遠沈管に量り取り、超純水30mLを加えて200回/分の速度で6時間連続振とう、遠心分離後(3000rpm、20分)、上澄み液を0.45μmメンブレンフィルターでろ過した。重金属類の濃度測定は、誘導結合プラズマ質量分析法で行った。

## 3 結果

海成堆積物は硫化鉱物を多量に含むことから、硫黄含有量の測定により海成堆積物と陸成堆積物を判別できる可能性がある。そこで、履歴の明らかな土壤標準物質の硫黄含有量(認証値)を比較した。その結果、海成堆積物と陸成堆積物で硫黄含有量に大きな差が認められた(表1)。

次に、蛍光X線分析法により、地質試料の硫黄含有量を実際に測定したところ、目視観察により海成堆積物と判明した地層において硫黄含有量は著しく高い値を示した。蛍光X線で硫黄含有量を測定する方法は、海成堆積物を正確に特定できるものの、測定条件の最適化など分析方法に関する知識と経験を必要とする。そこで、誰でも簡易に判別できる方法についても併せて検討した。

海成堆積物の簡易判別には、土壤pHを測定する方法が

一般的に用いられるが、この方法では貝殻片が含まれている海成堆積物の判別が困難である。つまり、貝殻片が混入していると、硫黄含有量の高い海成堆積物でも弱塩基性を示す場合がある(図1左)。これに対し、土壤溶出液のECと硫黄含有量の間には、貝殻片の有無にかかわらず良好な相関性が成立した(図1右)。硫黄含有量0.3wt%以上であった海成堆積物では、土壤溶出液のEC値は80~280mS/mとなった。一方、陸成堆積物(硫黄含有量0.1wt%前後)を用いた土壤溶出液のEC値は、全て50mS/m以下であった(図1右)。このように海成堆積物を簡単に判別する指標として、土壤ECは非常に有用と考えられる。しかし、この方法では、高濃度の塩類を含む人為由来の汚染土壤と海成堆積物を判別することは困難である。また、掘削直後の海成堆積物(土壤ECは低い)を特定するには、硫黄含有量の測定が不可欠である。調査目的に応じて、最適な方法を選択する必要がある。

## 4 今後の研究方向

県南東部で海成堆積物を掘削し、風化過程における土壤pH、土壤EC、重金属類溶出量の変化を調べる。

表1 陸成堆積物と海成堆積物の硫黄含有量の比較

試料No.	土質	硫黄含有量 (wt%)	備考
JSd1	河川堆積物 (陸成堆積土)	<0.1	
JSd2		1.3	背後に鉱山地帯
JSd3		<0.1	
JSO	火山灰土	0.2	
JMS-1	海成堆積物	1.3	東京湾
JMS-2		0.3	南太平洋

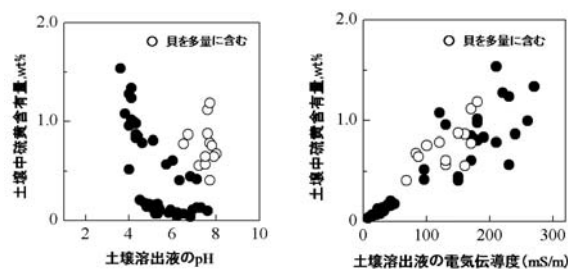


図1 硫黄含有量と土壤溶出液のpH及びECの関係

[自主研究]

# 低温地熱資源情報整備を目的とした地中熱利用地域特性解析

濱元栄起 八戸昭一 白石英孝 石山高

## 1 目的

地中熱利用システム(以下、「システム」と呼ぶ)は、経済的にかつ環境に優しい技術として注目され、欧米では、これまで多数導入が進められてきた。一方、我が国ではほとんど導入が進んでいないが、その理由の一つとして、欧米に比べ、国内の地形や地質構造が複雑であることが挙げられる。このため地下の熱物性や温度構造にも地域的な違いが生じ、システムの効率の差となって表れる。このような場合、それぞれの場所の地下環境に関する基礎情報(地下温度、地質、水理特性等)をもとに設計深度や効率を評価することが必要不可欠であるが、これまでのところこのような評価に必要な情報はほとんど整備されていない。そこで本研究では、埼玉県をモデルとして地下環境に関する基礎データを収集、整理することでシステムの普及に有用な情報の整備を進めている。本報告では、特に地下温度分布の時間変化について記す。

## 2 地下温度分布の計測とその時間変化

地下温度は、年間を通じて変動が少ないことが知られているが、帯水層付近や地表付近で変動が見られるケースがある。システムの長期的な運転シミュレーションを高精度で行うためには、このような変動も考慮することが求められる。

本研究では、昨年度の夏季に県内24カ所の観測井で地下温度分布の計測を行った。今年度は季節的な傾向を調べるため、このうち18カ所の観測井について冬季に計測を実施した(図1)。両者の温度分布を比較すると、帯水層付近で温度分布が明らかに異なる地点も見られた(図2)。その一因として、農業用水として季節的に大量の揚水が行われたことで地下水流動が変化し、地下温度に影響を及ぼしたことが推測された。

一方、地表面付近では、地表面が受ける日射量や気温の季節変動が地下へ熱拡散によって伝わるため、地下温度もこれに応じて変動をしている。一部のシステムでは、深さ数メートル~数十メートル程度の基礎杭を熱交換井として用いているため、こうした地表面付近の温度分布とその変動の把握が非常に重要となる。通常、地下水観測井は深部の帯水層を対象としていることから水位が低いいため、浅部の温度を計測することができない。そこで本研究では当センターの生態園に地表面に近い温度分布をモニタリングするための専用

の井戸を設置した(深さ15mと30m)。このうち15mの観測井を用いて、夏季と冬季に温度分布の計測を実施した。その結果、この地点では約8mよりも浅い深さで季節的な変動による影響が認められ、それより深い深度ではほぼ安定していることが確認された(図3)。

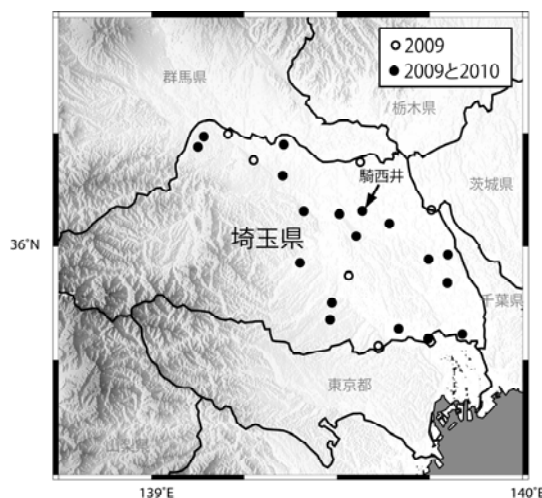


図1 埼玉県における地下温度計測地点

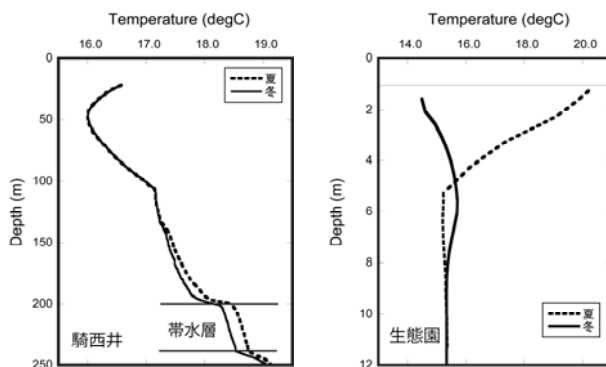


図2 深部の温度分布

図3 浅部の温度分布

## 3 今後の取り組み

システムの普及に有用な情報の整備を進める上では、実際の現場でどのような情報を必要としているかを把握し、精査することが重要である。そこでシステムを導入した自治体やシステムのメーカー、建築会社等の民間企業と意見交換を行い情報収集を進めている。今後これらの情報を基に地下環境に関する情報の整備や解析を進める予定である。