

7.2 自主研究概要

- (1) 温暖化および大気環境変化が埼玉県 of 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
- (2) 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
- (3) 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、松本利恵、長谷川就一
- (4) 工場内で利用可能なVOC局所対策手法の開発…………… 米持真一、佐坂公規、梅沢夏実、信太省吾、名古屋俊士、吉野正洋、曾根倫成、土屋徳子
- (5) 微小有機成分粒子の一次排出および二次生成の寄与割合推定に関する基礎的研究…………… 長谷川就一、米持真一、梅沢夏実、松本利恵、佐坂公規
- (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) 埼玉県における回遊魚の遡上および陸封に関する実態把握…………… 金澤光、三輪誠、王効挙、米倉哲志
- (8) 光化学オキシダントによる植物被害の軽減手法に関する検討…………… 三輪誠、王効挙、米倉哲志、金澤光
- (9) 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
- (10) 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
- (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) 雨水中のダイオキシン類に関する研究…………… 蓑毛康太郎、大塚宜寿、野尻喜好、松本利恵
- (13) 水環境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、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
- (14) 生活排水中および河川水中の重金属ナノ粒子の汎用的な定性・定量分析方法の確立…………… 亀田豊
- (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・ざ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) 微動探査法における深度方向指向性に関する研究 …………… 白石英孝
- (18) 埼玉県における地下水質特性の総合評価とその応用に関する研究…………… 八戸昭一、石山高、濱元栄起、白石英孝
- (19) 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
- (20) 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]

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

地球温暖化は水稲のみならず様々な作物に影響を及ぼすと考えられる。しかしながら、これまで水稲以外の作物を対象とした温暖化影響評価は非常に少なく、特に適応策の検討や立案に向けた有益な情報は限られている。果樹に関しては、杉浦・横沢(2004)がりんごと温州みかんを対象に、温暖化とともに栽培適地が2020年代、2040年代、2060年代と北上するのを示し、大きなインパクトを与えた。一方で、評価の時間解像度が10年と粗い上に、3期間のみの評価であるため、この果樹はいつまで栽培できるか？や、いつから栽培できるか？といった栽培限界年や栽培可能開始年に関する問いに答えることができない。仮にこれらの問いに答えることができれば、ある時点まではこの果樹を栽培し、次の時点からは別の果樹を栽培するといった計画的な対策を実施することができる。果樹の場合、植え付けから実が成り、出荷できるようになるまで十数年程度を要することから、このような計画的な対策は特に重要である。そこで本研究では適応策の検討・立案に有益となる情報を提供すべく、温州みかんを対象に、埼玉県内の栽培限界年および栽培可能開始年の推計を目的とする。温州みかんは、現在埼玉県ではほとんど栽培されていないが、温暖な気候に適しているため、今後温暖化により栽培に適した気候環境になる可能性がある。

2 方法

影響評価は杉浦・横沢(2004)に倣い栽培適地判定法により行った。栽培適地判定法はそれぞれの地点で個々の果樹が栽培に適した気候条件を満たしているかどうかを判定し、その地点が栽培可能であるかを評価する手法である。適地判定に用いる気候条件には「果樹農業振興基本方針」(農林水産省、2010)の「栽培に適する自然的条件に関する基準」を用いた。温州みかんの場合、「20年間の年平均気温が15～18度、最低極温が-5度以下となるのが10年に2回以下」が栽培可能条件である。ここで最低極温とは1年間で最も低い気温のことである。ただし、最低極温に関しては最低気温の日別値が必要となり、将来気候値は月別値しか手に入らないため本研究ではこの条件を使用しない。本研究では上記の適地判定を1kmメッシュ単位で行った。

栽培可能開始年および栽培限界年は以下の手順で推計

した。①:各年の年平均気温の移動平均(20年間)を1981年から2100年まで計算する;②:栽培可能条件を継続的に満たす期間のうち最も長い期間を選ぶ;③:②で選択した期間の最初の年を栽培可能開始年、最後の年を栽培限界年とする。例えば、2011～2030年の20年間から2051～2070年の20年間までが栽培可能と判定され、継続的な栽培可能期間として最も長い場合、栽培可能開始年は2011年、栽培限界年は2070年である。

本研究で利用した将来気候値(2001-2100年)は、東京大学・国立環境研究所・海洋開発研究機構で開発されたMIROC3.2(高解像度)である。また現在気候値(1981-2000年)は農業環境技術研究所で作成されたAMeDASメッシュ気候値を用いた。なお、将来気候値はバイアスが大きいいため、AMeDASメッシュ気候値でバイアス補正後を用いた。

3 結果

図1に温州みかんの栽培可能開始年を示す。図1より県東部の広い地域で栽培可能開始年が2010年以降であり、すでに温州みかんの栽培可能地域に入っていることがわかった。また図2に栽培限界年を示す。図2より県東部の栽培限界年は2070～2090年となっており、この地域では温州みかんに関して十分な栽培期間を有することがわかった。

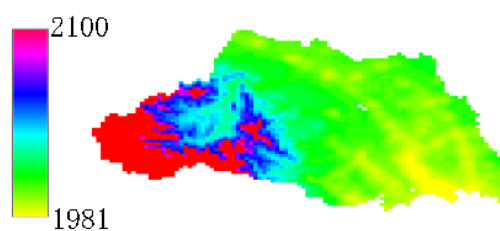


図1 栽培可能開始年

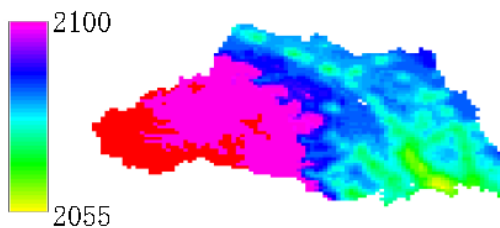


図2 栽培限界年

[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、環境分野だけではなく行政施策の支援や、防災分野などでも多くの場面で活用されている。当センターで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おり、多くのデータが集積され、同一箇所の多時期データなども増えつつある。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 森林面積の推移の解析

埼玉県広域緑地計画によると、埼玉県の森林面積は1975年から2000年の間に約6%減少したとしている。しかし、森林の面的な経年変化などは十分把握されていない。そこで、比較的長期のGISデータを用い、埼玉県における森林の変遷を把握した。

森林域の分布が把握出来るはGISデータには国土地理院の数値地図5000(土地利用)や細密数値情報10m土地利用、環境省生物多様性センターの植生図などがあるが、県全域を網羅しデータ作成期間も長く調査間隔も短いデータである、国土交通省土地利用細分メッシュデータを用い森林変遷の解析を行った。土地利用細分メッシュデータは1976年から2006年の間に5時期データ作成が行われており、空間解像度は一辺約100mとなっている。

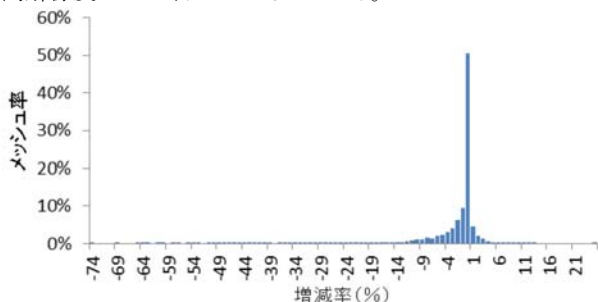


図1 1976年から2006年に森林面積が増加あるいは減少した3次メッシュの頻度分布

この土地利用細分メッシュデータを3次メッシュ単位で集計し、1976年から2006年の間に森林率の変化を抽出した。その結果、森林率が増加あるいは減少したメッシュの頻度分布を見ると(図1)、減少メッシュが39.9%、増加メッシュが9.5

%、他の50.6%には変化が無かった。

また、メッシュごとの増減率の空間的な分布を見ると(図2、図3)、入間台地や比企丘陵など県中央部で減少が大きく、秩父盆地周辺でも減少率の大きいメッシュが認められた。同一時期の人口増減は県中央部の台地や丘陵地帯で大幅に増加しており、宅地造成などにより森林率が減少したのではないかと考えられた。一方、減少したメッシュに比べ少ない

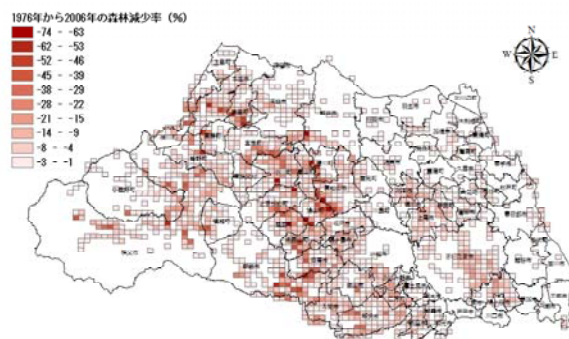


図2 1976年から2006年に森林率が減少した3次メッシュ



図3 1976年から2006年に森林率が増加した3次メッシュ

が、森林率が増加したメッシュも秩父地方の吉田丘陵や上武山地、また、県南部の和光市周辺で認められた。秩父地域はこの間人口減少が続いており耕作放棄地なども多く、このことが森林率増加につながったのではないかと考えられる。一方、県南部での森林率増加は、この間人口も増加していることから秩父地域における増加とは要因が異なると考えられ、緑地の保全や、荒地などからの遷移により森林率が増加した可能性もあると思われる。この様に、埼玉県の森林は近年減少傾向にはあるが、単純な減少ではなく、地域により複雑な増減が起こっていることが明らかになった。

[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 松本利恵 長谷川就一

1 目的

2009年9月、微小粒子状物質(以降PM_{2.5})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(以降標準法)として定義された。また、2010年10月、標準法と等価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、米国の標準サンプラーである、PartisolPlus2025 (Thermofisher Scientific、以降FRM2025)を用いた一週間単位の捕集を通年で継続している。国内でPM_{2.5}の質量濃度と化学組成分析を10年以上にわたって継続している事例はほとんど無い。しかし、週単位であるため、捕集中にNH₄Cl、NH₄NO₃や一部の有機化合物の揮散、変質の影響を強く受けることから、24時間捕集を基本とする標準法で得られる濃度とは一致しないと考えられる。

本研究では、標準法によるPM_{2.5}濃度を得ることで、PM_{2.5}の状況を常時監視測定として評価すると同時に、これまでの測定と比較することで、PM_{2.5}を測定する上での基本的事項を明らかにすることを主な目的とするが、本報告では、標準法による測定結果について述べる。

2 方法

環境科学国際センター(加須)の敷地内に2台のFRM2025を配置し、週単位の捕集(図1中①)と24時間捕集(図1中②)を並行して行った。フィルターの材質は①は石英、②はPTFE、恒量化条件は①が50%RH、②が35%RHである。

これらについて分析した成分は、①は水溶性イオンと炭素成分、②は水溶性イオンのみである。

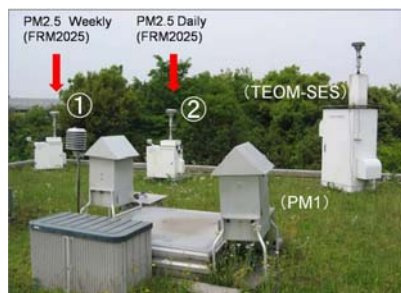


図1 微小粒子捕集の様子(エコロジ屋上)

3 結果

2009年度は328日分、2010年度は359日分のPM_{2.5}試料を得た。年平均値は2009年度が19.0 μg/m³、2010年度は16.8 μg/m³であった。また、98%値は2009年度が48.5 μg/m³、2010年度が43.8 μg/m³であり、年平均値(環境基準値15.0 μg/m³)、98%値(環境基準値35 μg/m³)ともに基準を超過していた。2009年度、2010年度の35 μg/m³を超過した日は10月～2月に集中しており、PM_{2.5}の環境基準達成には、秋季から冬季の濃度低減が不可欠であると言える。

2011年2月に見られた高濃度事例を図2に示す。図中の破線は35 μg/m³を表すが、2月4日～6日に3日連続して高濃度が見られた。この期間は、別の調査で戸田でも試料採取を行っていたが、同様の高濃度現象が確認された。加須で採取したPM_{2.5}試料中の水溶性イオンと炭素成分の分析結果を図3に示すが、特に濃度の高い5、6日はNO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺の濃度が高く、特にSO₄²⁻が突出した高濃度となっていた。この期間は、西日本でも高濃度現象が見られており、長距離輸送によるSO₄²⁻の濃度増加の可能性がある。一方で、NO₃⁻濃度は2月3日～6日にかけて高い状態が継続しており、この間はOCにも濃度増加が見られたことなどから、地域汚染に越境汚染が上乘せられて、顕著なPM_{2.5}の高濃度現象となった可能性が示唆された。

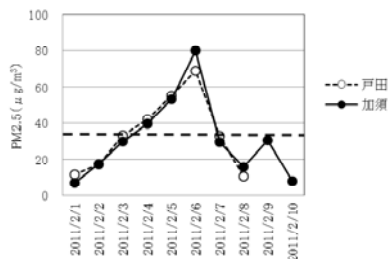


図2 2011年2月の高濃度現象

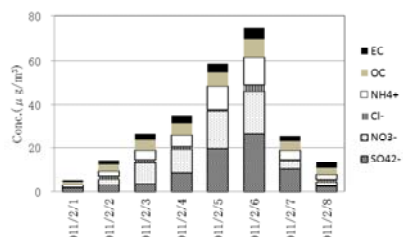


図3 高濃度時の成分濃度

4 今後の研究方向

本研究は本年度で終了となるが、3年分のデータを整理しつつ、貴重なモニタリングデータとして、今後も試料採取を継続していく予定である。

[自主研究]

工場内で利用可能なVOC局所対策手法の開発

米持真一 佐坂公規 梅沢夏実 信太省吾* 名古屋俊士* 吉野正洋** 曾根倫成** 土屋徳子**

1 目的

光化学大気汚染対策として、国や県で揮発性有機化合物(VOC)排出削減への取組が進められている。また、埼玉県は、光化学大気汚染が特に深刻な地域である。VOCの種類や排出施設、事業形態は多岐にわたるが、排出抑制には、法による排出規制のほか、規制対象外の中小施設における自主的取組による排出抑制が求められている。

我々は、これまで、県大気環境課の事業である中小企業の自主的取組支援を目的としたVOC排出抑制サポート事業の一環で、中小企業の印刷、塗装現場でVOC測定を行ってきた。その中で、作業の工夫と安価な処理装置とでVOCの濃度低減が可能な部位があることが分かってきた。

対策可能な部位の一つに、使用済みウエス入れがある。使用済みウエス入れには、蓋の有無、構造など様々なものがあるが、内部のVOC濃度は数千ppmCを超える高い濃度となっており、ここに新たに使用済みウエスを投入した場合には、高濃度のVOCが外に漏洩する。本研究では、これを対象としたVOC排出を効果的に抑制するための方法、及び、例えば酸化チタン光触媒を利用したVOC濃度低減方法(装置)などを開発する。本研究では、これらの部位におけるVOCの排出抑制を行うため、これまで早稲田大学、吉野電化工業(株)と共同で実施してきた、光触媒を利用したVOC分解処理に関する研究を応用し、これら部位への適用を検討する。

2 方法

まず、ウエス入れ内のVOC濃度変動を定量的に明らかにするため、実験用の廃ウエス入れを作成した(図1左)。本装置は40×40×100cmのアクリル製であり、上部にスライド式の蓋が付いている。側面には高さ20cm毎に試料採取用の小穴が明けてあり、容器内の濃度変動を調べることが可能である。

また、T-VOCの測定は、NDIR式のVOC測定機を基本とし、必要に応じて、GC-FID法によって個別のVOC濃度を測定した。VOCとしてトルエンを用い、容器底面から10cm中央に直径5cmのガラス製ピーカーを置き、ここにトルエン10mLを入れて、まず容器内のVOC濃度の経時的な変化を測定した。次に蓋の開け閉めや隙間からの漏洩を測定するとともに、ウエス投入時に外部へのVOC漏洩を抑制する方法について検討を行った。

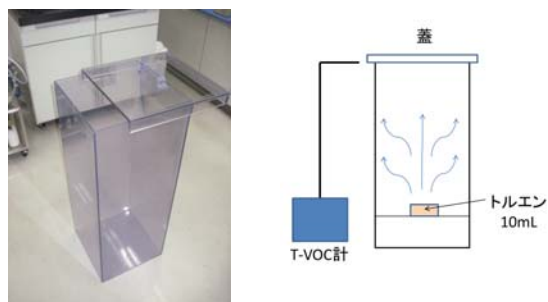


図1 実験用ウエス入れ(右)と測定方法(左)

3 結果

図1右に、実験方法の概要を示す。まず蓋を閉めた状態で、最上部中央に試料採取管を入れ、トルエン濃度の経時変化を調べたところ、20分後に1090ppmC、60分後に3570ppmCに達した。また、同一高さの面内の角部分では、60分後に4680ppmCであり、中央と比べて1000ppmC以上高濃度となった。

次に、蓋の開け閉めに伴うトルエン濃度の変化を図2に示す。実験は蓋直近のトルエン濃度が1000ppmCに達した時点を開始とし、真上方向に蓋を持ち上げた場合と、横方向にスライドして開けた場合のトルエン濃度の変化を調べた。真上に開けた方が、横方向にスライドした場合と比べて、開けた直後に濃度の高いピークが見られた。これは真上に開けた場合、容器内の空気もかき乱されるためと考えられ、スライド式の蓋の方が、優位性が高いことが定量的に分かった。このトルエンの漏洩を更に抑制するために、蓋の内側に切り込みを入れたシートを貼ることで、一層漏洩を防止できることが確認された。

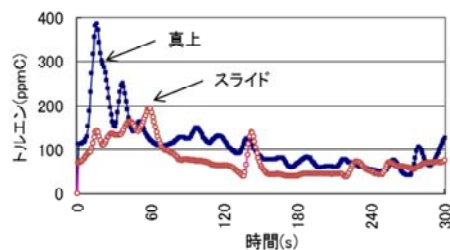


図2 蓋の開け閉めによるトルエン濃度の変動

4 今後の研究方向

本研究は、今後、ウエス投入時に外部へ漏洩するトルエンを、光触媒法などにより分解処理する方法を検討し、特許出願を目指す予定である。

[自主研究]

微小有機成分粒子の一次排出および二次生成の寄与割合推定に関する基礎的研究

長谷川就一 米持真一 梅沢夏実 松本利恵 佐坂公規

1 背景と目的

2009年に微小粒子状物質(PM_{2.5})の環境基準が告示された。PM_{2.5}濃度は年々低下してきているものの、現状では環境基準を超えるレベルにある。PM_{2.5}を構成する主要な成分のうちOCは発生源が多種多様であり、野焼き等のバイオマス燃焼起源に関する動態解明や寄与の把握、また、二次生成の寄与の把握が遅れている。そこで、本研究では、バイオマス燃焼起源及び二次生成の指標となるレボグルコサン及び水溶性有機炭素(WSOC)を測定し、微小有機成分粒子の発生源を適切に推定するための手法検討やデータ収集などの基礎的な研究を行う。

2 研究概要

加須(当センター)を中心に県内数地点でフィルターサンプリングを行い、レボグルコサンやWSOCを測定する。これにより、季節変動や地域分布などを解析する。また、野焼きなどの発生源もしくはその近傍でサンプリングし、バイオマス燃焼起源粒子の化学組成を把握する。こうしたデータを基にレセプターモデルによる発生源寄与解析を行う。

3 方法と結果

バイオマス燃焼起源が卓越すると考えられる秋季(2011年10~12月)に、加須で日単位のサンプリングを実施し、60試料を確保した。この間、PM_{2.5}が短期基準(日平均35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を超過した日数が9日あり、特に11月3日、5~6日はバイオマス燃焼起源の影響が大きいことが推測された。また、加須における週単位のサンプリングにより、通年の試料を確保した。

さらに、農作物残渣の焼却実験により、バイオマス燃焼の発生源試料を得た。用いた農作物残渣は大麦わら・小麦わら・稲わらの3種類で、これらを別々に焼却チャンバーで燃焼させ、排気ダクトに設けられたマニホールドからサンプリングした。各農作物残渣について、半湿状態(含水率20%)、及び乾燥状態(含水率10%) + 換気風量小(ただし大麦わらを除く)の条件で実験を行った。

一方、レボグルコサン分析について既存事例を調査し、以

下の前処理条件を検討した。

- (1) 誘導体化試薬(BSTFAベース): TMCS 0、1、10%
- (2) 加温温度: 40、70 $^{\circ}\text{C}$
- (3) 加温時間: 1、3、6、24、48、72時間
- (4) 抽出溶媒: DCM、DCM+ヘキサン、DCM+メタノール

その結果、誘導体化を支配する要因はTMCS濃度が卓越しており、10%であれば温度や時間はいずれの条件でも差が小さかった(図1)。また、1%の場合は70 $^{\circ}\text{C}$ 72時間以上であれば10%の場合と同等であった(図2)。抽出溶媒については、メタノール混合では良好に誘導体化がなされないことがある一方、ヘキサン混合ではそうしたことは見られなかった。このほか、レボグルコサンD-7を内標準として加えることで、安定した定量性の確保が可能であることを確認した。

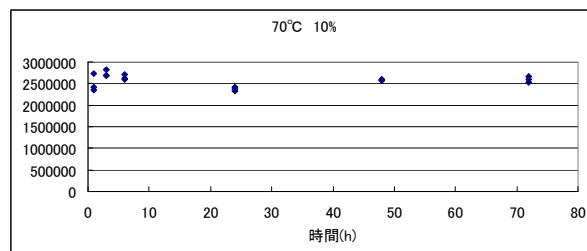


図1 加温時間によるイオン強度の変化

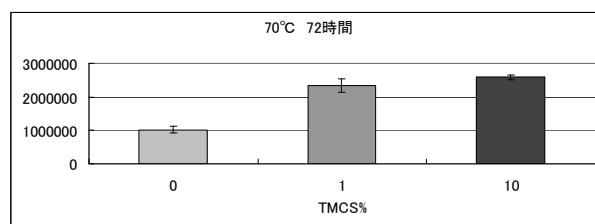


図2 TMCS濃度によるイオン強度の変化

4 今後の予定や課題

レボグルコサン分析の前処理条件について詰めの検討を行うとともに、上述した大気試料と発生源試料の分析を進め、日変化や季節変動を把握する。また、県内数地点の試料も分析し、地域分布とその季節変動を把握する。

[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いてヒートアイランド現象などの進行による夏季の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暑さの指標として、国内ではWBGT(Wet-bulb Globe Temperature: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種類の温度を計測する必要があるため、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容易ではない。そこで本研究では、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ことを主な目的とする。

2 方法と結果

2.1 WBGTの簡易推計法の検討

WBGTの測定に必要な黒玉温度、乾球温度、湿球温度を算出するために相対湿度、および屋外の日射量を計測する装置を作成し、屋内外6か所に設置し、平成22~23年の6月~9月にかけて10分間隔で計測した。計測結果を用い、WBGTや米国海洋大気庁(NOAA)が採用している熱環境ストレス指標であるHeat Indexを算出した。得られたデータについて、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

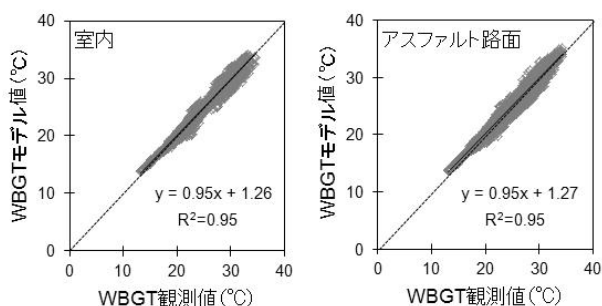


図1 屋内およびアスファルト路面におけるWBGT観測値と気温と相対湿度より算出したWBGTモデル値との関係

式の当てはまりが良く、WBGTを簡易に推計することが可能となった(図1)。一方、屋外(アスファルト路面や芝面)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の簡易推計という観点から気温と相対湿度のデータのみでWBGTモデル値を求めることも十分可能であることが分かった(図1)。しかしながら、室内と屋外でモデル式が異なるだけでなく、屋外においてもアスファルト路面や芝面などの地表面の違いによってWBGTモデル式は異なっていた。そのためWBGTを推計するためには、推計したい場所の環境条件に留意する必要があると考えられた。

2.2 熱中症予防のための情報発信手法の検討

前項で検討したWBGTの簡易推計法を用いて、熱中症予防のための情報発信手法の検討を行った。

環境省では熱中症予防情報サイトを開設し、WBGTを用いた暑さ指数のリアルタイム情報の発信を行っている。そのサイトにおいて情報提供されている埼玉県の暑さ指数は数地点のみである。そこで他の既存の情報を用いて出来るだけ多地点の熱中症指数の情報提供が可能か検討を行った。その結果、大気汚染状況を常時監視するために県内各地に設置されている環境大気測定局18地点に併設されている温湿度データの利用の可能性が示唆された。環境大気測定局の温湿度は通風筒内で計測しており、百葉箱の様な無通風での計測値と異なるためWBGT簡易推計式の修正が必要となる。そこで、推計式の修正を行った結果、既存の環境大気測定局のデータを用いて熱中症指数(WBGTモデル値)による熱中症予防情報の発信が可能であると考えられる(図2)。



図2 環境大気測定局の温湿度データを用いた熱中症指数(WBGTモデル値)の情報発信の一例

[自主研究]

埼玉県における回遊魚の遡上および陸封に関する実態把握

金澤光 三輪誠 王効拳 米倉哲志

1 目的

東京湾から荒川に遡上した天然アユの全盛期は1955年頃までで、荒川水系の入間川、越辺川、高麗川、都幾川、槻川や新河岸川流域、荒川本川では秩父市(旧大滝村)まで遡上していた。その後は、高度経済成長期の水質汚濁の影響で、遡上数は大幅に減った。小鹿野町の赤平川支流小森川では1955年以前にアユ漁が行われていた。1909年には嵐山町(旧菅谷村)で50貫(187.5kg:1尾の大きさ15cm、体重30gとして換算すると約6000尾)の採捕記録が残る。荒川では1961年に二瀬ダム(1952年着手)、1964年に玉淀ダム(1962年着工)、同年秋ヶ瀬取水堰が設置されている。1975年頃には、東京湾から再び天然アユの遡上が見られるようになった。近年、東京湾を含む下流域の水質改善により2008年には荒川へ約100万尾の稚アユが遡上している。また、2010年には隣接する多摩川へ約200万尾の稚アユが遡上している。さらに、1960年代に消失したクルマサヨリが荒川河口で確認されるようになり、本県でも遡上が確認されている。

そこで、本研究では、このように回遊魚等の遡上が多く見られることから遡上する生物種(魚類・円口類・甲殻類)や時期等の生態特性の実態を把握するものである。

2 方法

遡上生物のうち魚類は両側回遊魚(ハゼ科、キュウリウオ科、アユ科)および遡河魚類(サケ科、コイ科、サヨリ科)、円口類はヤツメウナギ科、甲殻類はイワガニ科を対象として、遡上生態(時期・サイズ)、遡上範囲、淡水域の定着状況及び降下する生物の現状を把握する。また、陸封された生物については、その生物の淡水域での生活史を究明する。

遡上範囲は、河川横断物等の遡上阻害物を明確にして、実態を把握する。

3 結果

調査期間は平成23年4月1日から平成24年3月31日までとした。回遊魚の遡上状況では、ワカサギは、3月26日に幸手市中川で雌親魚1尾(全長12cm)が確認され、抱卵してる個体であった(水温10.6℃)。マルタウグイは、3月12日に柳瀬川で遡上があり、3月26~29日には数千尾の群れとなり、産卵している状況が観察され、礫の付着卵も確認された(図1)。水温は27日の午前8時に15.5℃、午後1時には18.7℃であった。その後、31日には産卵していた瀬の水位が減少し、群れが約200m下流の瀬で移動し、産卵している状況が観察



図1 マルタウグイの産卵(柳瀬川)



図2 新河岸川のマルタウグイ

された。昨年は、4月22日に約100尾の遡上を確認し、4月27日まで確認された。黒目川は、昨年が3月30日に遡上を確認され、5月20日まで確認された。新河岸川は、5月13日に雌1雄5尾が確認され、産卵できる個体であった(図2)。その後、5月20日には確認できなかった。中川は、5月6日に1尾が確認された。アユは、新河岸川で昨年は4月17日に遡上を確認され、5月13日にも生息していた。中川は、3月23日に遡上を確認された(全長12cm)。昨年は、4月22日に遡上を確認し、5月20日には大量の遡上があった。綾瀬川は、5月28日に遡上を確認された。その他の遡上魚では、綾瀬川は、5月20日にボラ、6月8日にスズキの幼魚(全長10cm以下)、黒目川は5月6日にボラ、5月13日にモクズガニが、中川4月20日にボラがそれぞれ確認された。

アユの陸封について、利根川などで調査を実施したが実態は把握できなかった。

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]

光化学オキシダントによる植物被害の軽減手法に関する検討

三輪誠 王効拳 米倉哲志 金澤光

1 目的

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。本県の主要農作物のひとつであるホウレンソウでは、春から初夏に生じる比較的高い濃度のオゾンの影響により葉に可視被害が発現し、それが原因で出荷不能になる事例が報告されている。このように、ホウレンソウなどの葉物野菜では、オゾンの被害が直接葉に現れるため、農業者にとって、経済的に極めて深刻な問題となっている。そのため、埼玉県では、オゾンによる作物被害を軽減するための品種や手法を検討し、早急に提案することが求められている。

平成23年度は、ホウレンソウにオゾンを人工的に暴露し、可視被害の発現程度に基づいて、品種間におけるオゾン感受性の差異を評価するとともに、その成因を検討した。なお、本研究は、農林総合研究センター園芸研究所露地野菜担当と共同で実施した。

2 方法

植物材料として、黒ボク土を詰めたプランターで育成したホウレンソウ(24品種:スライダーセブン、早生スイング、改良パニック、次郎丸(角種)、新日本(角種)、日本(角種)、日本ほうれん草(角種)、サマンサ、豊葉(角種)、アクティブ、ヴィジョン、ミラーージュ、トラッド7、デュエル、スパイダー、バザール・フォー、パスワード7、スクープ、スーパーアーリーナ7、サブライズ7、メガセブン、ハンター、クローネ、リピーター)を用いた。プランター当たり6品種が入るように品種毎に播種し、各品種6個体を自然光型温室内で育成した。本葉が10枚程度になった段階で、温室から人工光型環境制御ガス暴露チャンパー内にプランターを移設し、チャンパー内の環境に数日間順応させた後、オゾン暴露を実施した。

オゾン暴露は、人工光型環境制御ガス暴露チャンパー内のライト点灯時に、120ppbに調整したオゾンを、1日あたり5時間、3日間にわたって実施した。なお、対照区として、オゾンを暴露しない処理区を設定した。オゾン暴露が終了した翌々日に、各品種の個体毎に、全葉数と可視被害が発現した葉の数を調査するとともに、これらのデータに基づいて被害度を算出した¹⁾。

また、各品種の対照区の個体から葉齢が同程度の葉を5枚選抜し、1mm²内の気孔の数(気孔密度)を測定した。

3 結果

本研究では、ホウレンソウを育成する時期をかえて、3回の繰り返し試験を実施した。これらの3回の試験から得た被害度の平均値より、次郎丸(角種)、新日本(角種)、日本ほうれん草(角種)、日本(角種)、豊葉(角種)といった品種はオゾンに対して感受性が高く、パスワード7、クローネ、ミラーージュ、ヴィジョンといった品種はオゾンに対して感受性が低いことがわかった(図1)。また、各品種における被害度と気孔密度との相関関係を調べた結果、高い正の相関が認められた(図2)。このことから、品種によって葉の気孔密度が異なり、気孔密度の高い品種ほど、オゾンに対する感受性が高く、葉に被害が発現されやすいと考えられた。

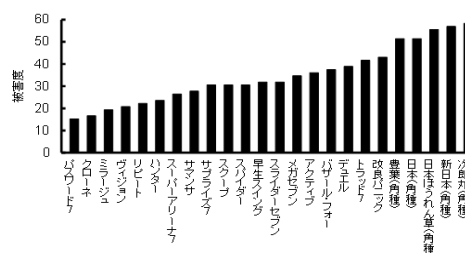


図1 3回の試験から得た被害度の平均値

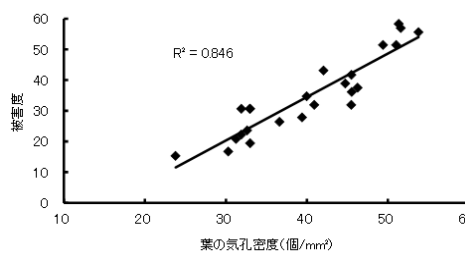


図2 3回の試験から得た被害度の平均値と気孔密度の平均値との関係

4 今後の研究方向

本県の主要農作物のひとつである葉物野菜コマツナについても、ホウレンソウと同様に、品種間におけるオゾン感受性の差異を評価する。また、ホウレンソウについては、施肥量調整によるオゾン被害の軽減について検討する。

文献

- 1) 薬効・薬害試験研究の手引き(日本植物防疫協会、平成23年2月)

[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、長期間にわたり水処理が必要な浸出水が流出する。その間の浸出水処理施設の維持管理が必要とされるため、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。

2 実験方法

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用し、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。

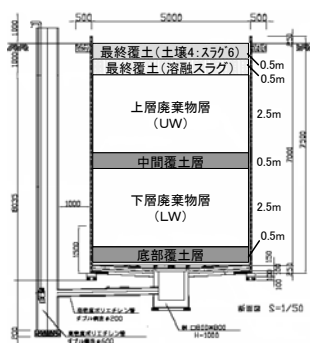


図1 テストセル概要

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%

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

浸出水に含まれて流出した汚濁物質等の積算流出量を

浸出水中の濃度のモニタリング結果と浸出水量から計算した。有機汚濁指標成分としてCOD、有害金属等としてヒ素、セレン、イオン類として塩化物イオンの例を図2に示す。

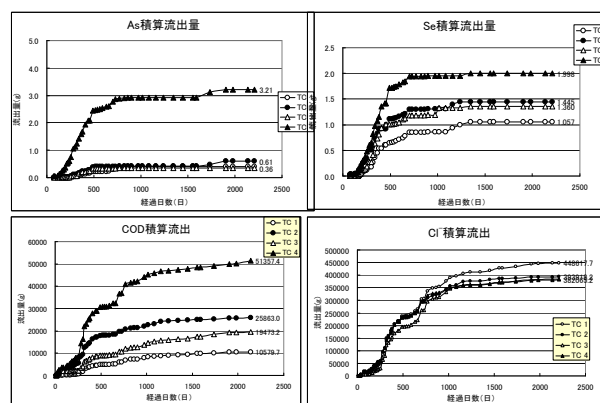


図2 浸出水中汚濁成分の積算流出量

実験開始後約6年間に有機性廃棄物を埋立てたセル4ではCODが51kg、ヒ素が3.2g、セレンが2.0g、塩化物イオンが382kg溶出したが、同じ廃棄物にPRBを敷設したセル3では、CODが19kg、ヒ素が0.36g、セレンが1.4g、塩化物イオンが384kg溶出した。他の項目についても、有機汚濁成分や金属類についてはPRBによる顕著な処理効果があり、6年経過後も破過することなく効果は継続した。しかし、塩化物イオン等のイオン類については、PRBによる処理効果は認められなかった。昨年まで濃度上昇が続いていたホウ素についても、6年目に入って濃度が減少に転じた。

4 PRB敷設による経済的效果

テストセルのモニタリングデータを用いて、PRBを最終処分場に用いた場合のコストについてLCC評価を行ったところ、水処理施設の建設費や水処理用薬品等のランニングコストを中心に、埋立面積50,000m²の埋立地(埋立期間10年、廃止までさらに15年と想定)の場合で約30%(約30億円)削減可能と推定された。

5 まとめ

覆土としてのPRBは単独で環境中に放流可能な水質まで浸出水を浄化できるシステムではないが、埋立初期の汚濁負荷削減、微量有害金属の捕捉等、埋立地管理の安全・安心を担保するための補助資材として有用と考えられる。

[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、それにより二酸化炭素を始めとするGHGが発生する。そのため、低炭素社会を形成する上で何らかの実質的な排出抑制対策が必要となっている。つまり、一般廃棄物処理におけるエネルギー投入量・コスト・GHG排出量の削減という3つの視点から、望ましい循環型社会システムを形成する必要があるが生じている。

本研究では、一般廃棄物処理を対象に、エネルギー投入量・コスト・温室効果ガス排出量について削減の可能性を検討し、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 廃棄物発電導入によるGHG排出回避量

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・粗大ごみの破砕選別処理、(4)資源化处理、(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一方、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年度の実績では、廃棄物発電により、192,561トン-CO₂換算に相当するGHGの実質排出回避が行われていたと推定されたが、稼働施設の発電効率は5~18%、焼却廃棄物の48~49%が単純焼却であるという課題もあり、発電施設の導入によるGHGの実質排出回避を増加させる余地が残されている。その場合、埼玉県が進めようとする「第2次埼玉県ごみ処理広域化計画」による焼却施設の集約、さらに焼却施設拡張による高効率発電施設の導入により、実質排出回避を増加させることが可能である。ご

み処理広域化計画を段階的に進め、高効率発電を導入した時のGHG排出回避量について評価を行った(図1)。

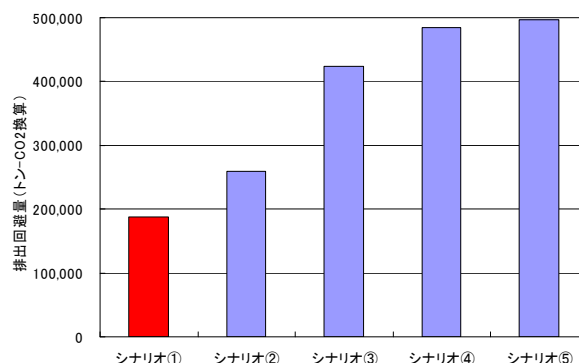


図1 ごみ処理広域化計画及び高効率発電導入によるGHG排出回避量

シナリオ①: 現有の発電施設のみ稼働(現状)

シナリオ②: 稼働発電施設を高効率発電施設にする

シナリオ③: 稼働焼却施設の全てに高効率発電施設を設置

シナリオ④: 第2次埼玉県ごみ処理広域化計画に設定された21ブロック毎に焼却施設を集約し、高効率発電施設を設置

シナリオ⑤: 全ての市町あるいは一部事務組合の焼却炉を1基とし、高効率発電設備を設置

稼働中の発電施設によるGHG実質排出回避量は、平成20年度における一般廃棄物処理におけるGHG全排出量(931,107トン-CO₂)の21.2%と推定されるが、シナリオ②~⑤における実質排出回避量はそれぞれ、29.2%、47.8%、54.6%、56.0%と推定された。焼却施設の集約に伴う高効率発電施設の導入により、廃棄物処理におけるGHG実質排出回避量を大きくすることができ、有効であると考えられた。

2.2 白煙防止停止による温室効果ガス排出回避量

焼却施設煙突出口における白煙(水蒸気)を消すための白煙防止に熱エネルギーが消費されている。このエネルギーを使用しない場合のGHG排出回避量を推定したところ、平成20年度では2,811トン-CO₂換算となった。これは、廃棄物処理におけるGHG推定排出量に対し0.30%に相当する。

廃棄物発電と白煙防止停止の両者により実質的なGHG排出回避を行うことが可能となり、温室効果ガス排出抑制対策として有効であると考えられた。

[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、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中のダイオキシン類の濃度分布を調査した。次に、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、マスバランスを調査した。以上の結果から、粘土に含まれるダイオキシン類について、大気への環境負荷量を推定した。平成23年度は、粘土の加熱実験結果について報告する。

2 方法

粘土試料には高濃度でダイオキシン類を含有する米国産ボールクレイを使用した。加熱実験には管状電気炉(図1)を用いた。手順は、まず2gの粘土試料を石英ボートにのせ、続いてこの試料を予め加熱した管状電気炉に導入、発生ガスを回収した。加熱温度は200℃から800℃の範囲で段階的に設定した。試料加熱は窒素ガス雰囲気下でそれぞれ1時間行い、同条件において3回繰り返し測定した。加熱終了後すみやかに残さを回収し、ガス試料と共に分析試料とした。

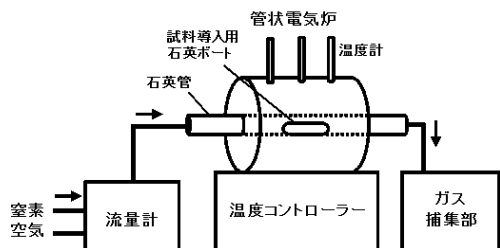


図1 粘土加熱実験装置の模式図

3 結果

粘土加熱実験から得られた発生ガス及び残さ中のダイオキシン量を図2に示した。毒性等量(TEQ)ベースでは、もともと粘土に含まれるダイオキシン類量は3600pg-TEQであったが、残さ中TEQは加熱温度の上昇に伴い減少し、400℃時の残存量は全体の1割以下であった。一方で、加熱により粘

土から発生ガス中へ移行したTEQにはあまり変化がみられず、最大でも600℃時の100pg-TEQであった。通常ポリクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン(PCDDs)は400℃以上でガス化することから、粘土を同温度付近で加熱した場合、主成分であるPCDDsは粘土からガス中へ移行すると予想されたが、その移行率は最大でも全体の2.8%と低かった。テトラクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン(TeCDDs)量の変化をみると(図2)、残さ中TeCDDs量は粘土を300℃で加熱した場合にもとの量より増加した。残さ中オクタクロロジベンゾ-パラ-ジオキシン(OCDD)量はTEQと同様に温度上昇に伴う急激な減少が確認されたことから、当実験系におけるダイオキシンの消失は、主要異性体であるOCDDの脱塩素化によるものと推測された。TeCDDsの異性体組成に注目すると、1,4,6,9-位塩素置換異性体の割合は300℃で増加したのに対し、毒性値の高い2,3,7,8-TeCDDは、温度上昇に伴う減少が確認された。

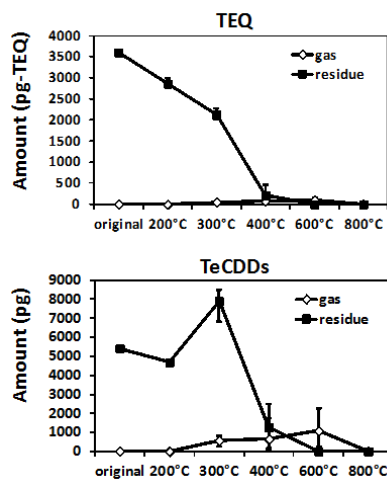


図2 加熱による発生ガス及び残さ中ダイオキシン量の変化

4 まとめ

本実験において加熱に伴う粘土中PCDDの揮散・分解割合を明らかにした。窯業における粘土の加熱条件及び発生ガスの処理方法は施設により若干異なると考えられるが、本実験で得られた最大値を用い、かつ発生したダイオキシン類がすべて環境中へ放出されると仮定した場合、窯業に係るダイオキシン類インベントリは重量ベースで35g/yr、TEQベースで0.13g-TEQ/yrと推算され、国内排出量(平成22年度)の0.08%と低かった。

[自主研究]

雨水中のダイオキシン類に関する研究

荻毛康太郎 大塚宜寿 野尻喜好 松本利恵

1 目的

現在、県内だけでなく全国でも、大気中ダイオキシン類のモニタリング調査で、すべての調査地点において環境基準を満たすようになった。一方で、河川水に関しては、例えば埼玉県の綾瀬川や新方川などの調査地点で、水質の環境基準(1pg-TEQ/L)を超過する濃度が継続的に観測されている¹⁾。綾瀬川の河川水の汚染源解析の結果によると、水試料中のダイオキシン類は過去に使用された除草剤の寄与が大きい²⁾が、燃焼由来の分だけで水質の環境基準を超過している例も見られる²⁾。これらの燃焼由来のダイオキシン類は、主に廃棄物焼却炉等の排出ガスを起源とし、大気降下物として河川に移行したと考えられる。しかしながら、それらが過去に移行したものの履歴なのか、あるいは現在も大気から供給され影響を与え続けているものなのかは不明である。ダイオキシン類の環境基準は人体への取り込みリスクをもとに制定されたものであることから、大気環境基準を満たしていても、その大気を介した水が水質環境基準を満たせない可能性が考えられる。本研究では、大気から雨とともに水環境に流入し得るダイオキシン類の量を明らかにすることを目的とする。

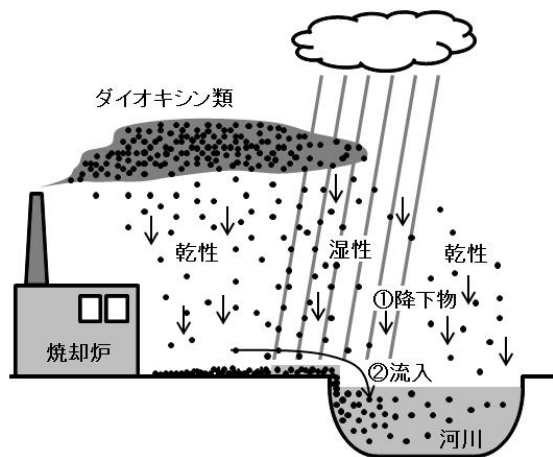


図1 想定される大気から河川へのダイオキシン類の移行

2 方法

大気から河川へのダイオキシン類の移行経路としては、①乾性・湿性降下物として直接移行、②地表面に降下した乾性・湿性降下物の雨水を介した流入、が想定される(図1)。②の地表面に降下した分がどれだけ河川に流達するかは、

地表面の質や形状、降水量など様々な要因に支配されるため評価は困難である。そこで、降雨終了時から次の降雨の終了までの乾および湿の両降下物を雨水として採取し(図2)、それを潜在的な流入物と見なすこととした。ステンレス製のポットを埼玉県加須市の環境科学国際センターに設置し、水試料を採取した。

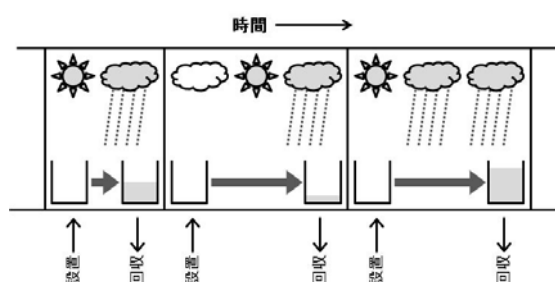


図2 雨水試料の採取

3 結果

2011年4月6日から8月9日までに採取した16の雨水試料では、ダイオキシン類の濃度は0.28~20pg-TEQ/Lで、16試料中13試料は水質の環境基準を超過し、そのうちの2試料は排水基準の10pg-TEQ/Lを超過した(以降の試料は分析中)。指標異性体による汚染源解析³⁾を行ったところ、雨水試料中のダイオキシン類は主に燃焼由来と判定された。以上から、現在でも廃棄物焼却で大気中に放出されたダイオキシン類が、雨水として河川へ移行している可能性が考えられた。

4 今後の研究方向

継続して雨水試料を採取し、年間の降下量を把握する。県内の他地点でも雨水試料を採取し、濃度レベルを比較する。並行して大気試料を採取し、大気中濃度と雨水濃度の関連を調査する。

文献

- 1) 環境省 (2010) 平成21年度ダイオキシン類に係る環境調査結果。
- 2) Minomo *et al.*, (2011) *Chemosphere* 85, 188-194.
- 3) Minomo *et al.*, (2010) *Chemosphere* 81, 985-991.

[自主研究]

水環境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 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

イシガイ科二枚貝(以下、単に二枚貝と表す)は、大きなろ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、産卵母貝としてタナゴ類の繁殖に欠くことができない役割を担うなど、水圏生態系において極めて重要な機能を有している。そのため、二枚貝の安定的供給が可能になれば、それらの機能を水環境で多元的に活用できることが期待される。本研究では、二枚貝が生息場所で利用する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及び二枚貝の生息密度が各生息地間で異なる特徴を有する、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。ここでは、水質分析の結果から生息環境を比較するとともに、川島町の生息地に設置したオンサイト二枚貝供給実験装置について報告する。

2 方法

2.1 二枚貝生息地調査地点と水質分析

昨年度に引き続き、N用水(埼玉県川島町、以下、N用水と表す)のほか、E川、N川(岡山県岡山市、以下、OE川、ON川と表す)、及びM川、N川(富山県氷見市、以下、HM川、HN川と表す)の3生息地を調査した¹⁾。調査地点数は、N用水3地点(今年度から1カ所追加)、OE川、ON川各1地点、HM川、HN川各2地点、合計9地点である。調査回数は、平成23年4月から平成24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回である。調査項目は、現地における気温、水温ほか、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。

2.2 オンサイト二枚貝供給実験装置と設置場所

N用水に隣接する休耕田に許可を得て、オンサイト実験装置一式(水槽、20Wソーラーパネル、バッテリー及び揚水ポンプ等で構成される)を平成23年8月に設置した(図1)。本装置は、タイマーにより任意の時間にポンプを運転して、水槽にN用水路から用水を供給することができる。水槽には生息流域で採取した二枚貝を放流し、運転調整を行った。



図1 川島町N用水隣接地に設置した実験装置一式

3 結果と考察

平成22年度～23年度の2年間の水質分析結果の一例として、CODの中央値及び最大値は、N用水、OE川及びON川はそれぞれ1.7～2.5mg/L及び4.4～6.4mg/Lであったのに対して、HM川及びHN川は3.7～5.9mg/L及び13～18mg/Lの高い値を示した。Chl-aの値は、N用水、OE川、ON川、HM川及びHN川は、すべての地点で中央値は6 μg/L以下であったのに対して、最大値はN用水、OE川及びON川が4.7～14 μg/Lに対して、HM川及びHN川は38～89 μg/Lを示した。COD及びChl-aはいずれもHM川及びHN川が最も高く、他の2生息地に比べて有機物を多く含んだ水質を特徴とすることが分かった。一方、二枚貝の生息数が激減しているとされるN用水は、二枚貝が高密度で生息するOE川、ON川と、同程度の水質が維持されていると考察された。

オンサイト実験装置は、夏季は計画通りに給水できたが、冬季の発電量が低下する時期には、揚水ポンプを運転できなかった。しかし、平成24年3月末に二枚貝の生存を確認したことから、本装置を用いた実験は可能と考えられた。

4 今後の研究方向

二枚貝生息密度とChl-a等の水質との関連性を解析する。さらに、オンサイト実験装置を用いて二枚貝稚貝の成長を観察し、用水含有天然餌を推定する実験を予定している。

参考文献 1) 田中ら(2011)埼玉県環科国セ報, 11, 120.

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]

生活排水中および河川水中の重金属ナノ粒子の 汎用的な定性・定量分析方法の確立

亀田豊

1 目的

ナノマテリアルは現在消費者向け製品への利用が急速に拡大しており、その材質から有機系(フラーレンなど)と無機系(金属粒子)に分類される。無機系ナノ粒子の中では、シリカ系の使用量が最も多く(全使用量の約7割)、次いで酸化チタン、ニッケル、顔料微粒子、アルミナ、酸化亜鉛となっている(ナノマテリアルの用途・生産量調査結果、東レ経営研究所、2007年)。このうち、酸化チタン(年間国内使用量1250t)と酸化亜鉛(480t)はその使用量の大半を化粧品に使用されている。化粧品は特に毎日消費者によって使用され、使用過程あるいは使用後に下水等へ排出され、下水処理場での処理後、河川等への水環境へ排出される。研究代表者による化粧品等に含まれる有機系紫外線吸収剤の水環境中濃度や挙動に関する研究成果では、生活排水中には $\mu\text{g/L}$ 、河川水中には ng/L の有機系紫外線吸収剤が存在し、特に河川底質や水生生物中には高濃度で蓄積していることが明らかとなった。したがって、無機系紫外線散乱剤である酸化亜鉛ナノ粒子や酸化チタンナノ粒子も河川等の水環境へ排出されている可能性が懸念される。しかし、これらナノ粒子の生活排水や下水処理水、河川水等の環境水中濃度分析手法は確立されていない。ナノ粒子の水環境中濃度の把握やその生態リスクは未だ世界的に不明であり、その安全性情報の収集は世界的に行われ、特にOECDではWorking Party on Manufactured Nanomaterialsがナノ粒子の安全性データベースの作成、試験ガイドラインの検討、優先検討物質の選定などを行っている。その中で優先的に取り組むナノ材料リストに酸化亜鉛や酸化チタンが示され、Sponsorship Programによる詳細な情報収集活動が行われているが、環境水中濃度分析手法がないことがネックとなっている。

そこで本研究では、亜鉛ナノ粒子及びチタンナノ粒子の環境水中の粒径・形状別濃度分析手法の確立及び生活排水や下水、下水処理水及び河川水中のこれらナノ粒子の粒径・形状別濃度の相違点の評価による、製品由来の酸化亜鉛ナノ粒子や酸化チタンナノ粒子の挙動の評価を目的とする。

2 研究方法

本研究では環境水中ナノ粒子を超速心分離機による沈降特性(スベドベリ単位)による分画試料中の亜鉛及びチタン濃度の測定により粒径・形状濃度を評価する。なお、環境水中ナノ粒子は単粒子とさまざまな形状の凝集体(aggregate)及び集合体(agglomerate)として存在するため、モデルとして酸化亜鉛や酸化チタンのナノ粒子の単粒子標準物質、人工作成した凝集体、下水等の環境水を使ってラボ内で形成させた凝集体、集合体を使って、スベドベリ単位、動的散乱法(DLS)による粒径分布および走査型電子顕微鏡(SEM)による粒径・形状評価を行い、スベドベリ単位を軸とした粒径・形状データベースを作成する。これにより環境水中の亜鉛及びチタンナノ粒子の粒径や形状をスベドベリ単位から推定できる。一方、亜鉛、チタン微量濃度分析手法も確立する。測定手法確立後、化粧品製品、生活排水、下水、下水処理水、河川水中の粒径・形状別濃度を測定し、化粧品製品中の酸化亜鉛、酸化チタンのナノ粒子の水環境挙動の推定を行う。

3 結果及び今後の研究方向

本年度は超速心分離機の調整及び標準物質等の整理を含む研究環境の構築を行った。特に超速心分離機は通常の遠心分離機と違い、真空環下で高速回転するため、バランス調整等の細心の注意が必要である。そこで、超速心分離器に必要な環境を準備し、試験運転を行った。その結果、サンプルのバランス及びローターの取り扱いに細心の注意をすることで安全な運転が可能であることが明らかとなった。

[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

下水処理プロセスにおいては窒素化合物である亜酸化窒素 (N_2O) が窒素除去過程で発生することが知られている。 N_2O は CO_2 と比較して約300倍の温暖化ポテンシャルを持つため、排出抑制が課題とされている。 N_2O の発生は、曝気量などと密接に関わっていることから、曝気量や N_2O の発生をリンクさせて解析することが有効と考えられる。

埼玉県内の下水処理場の多くは標準活性汚泥法で運転されているが、節電のため曝気量などの運転条件が変更されている。本研究ではこうした運転条件の変更に伴う水処理系からの N_2O 発生特性を調査したので報告する。

2 調査および実験方法

埼玉県内の標準活性汚泥法で運転されている下水処理場を調査とした。本施設の曝気槽は連続曝気が行われている。なお、2011年3月以前は硝化促進運転 (Run1) であったが、それ以降は節電のため硝化抑制運転 (Run2) に切り替わり、曝気量を抑制している。本施設の最初沈殿池越流水 (流入水)、最終沈殿池越流水 (処理水)、曝気槽内混合液 (SP1～SP4の4箇所)、返送汚泥を定期的に採取した。これらの試料の水質について、溶存態の N_2O (D- N_2O) を含む窒素形態を中心に測定した。

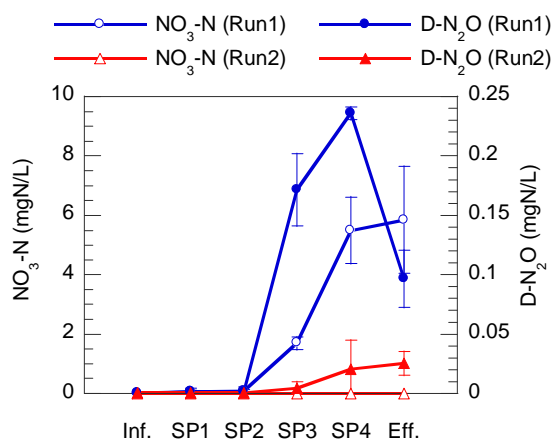


図1 処理過程の窒素の挙動特性

3 結果と考察

処理水の窒素成分をみると、Run1においては NO_3-N が大部分を占めていたが、Run2に移行した後は、ほとんどが NH_4-N となった。硝化抑制運転に切り替わり、 NH_4-N の酸化量が減少したことで NH_4-N が処理水に残存していた。処理過程における典型的な N_2O 濃度などの変化を、硝化促進運転と硝化抑制運転に分けて示すと、図1のとおりとなる。Run1において、 NO_3-N 、D- N_2O ともにSP2までは低濃度であるが、SP3以降に顕著な増加が確認された。これは、 NH_4-N の酸化に伴って N_2O が生成されていることを示唆している。一方、Run2においては、 NO_3-N の増加が生じず、D- N_2O 生成が抑制されていることが示唆された。

SP1～SP4で NO_3-N の変化量を求め、その値とD- N_2O の関係をプロットすると図2のとおりとなる。 NO_3-N の変化がみとめられなかったRun2においては、D- N_2O もほとんど増加しなかったが、Run1では NO_3-N の変化量が増加するに従い、D- N_2O も増加した。

気相部の N_2O を測定し N_2O 排出係数を算定したところ、Run2においてはRun1よりも減少していた。このように、実際に曝気量などの運転条件が変更された施設において調査を行い、処理過程における N_2O の発生特性を明らかにすることができた。

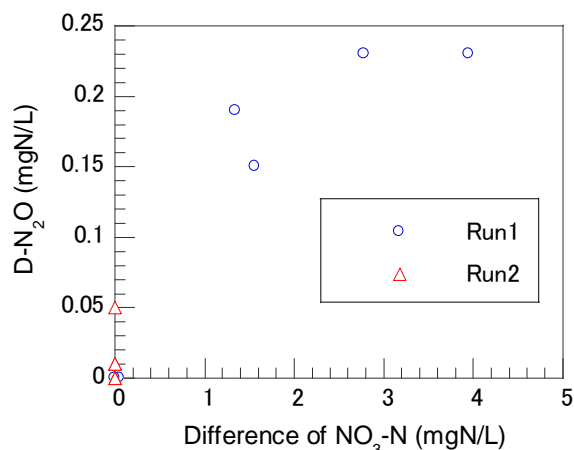


図2 Δ NO_3-N とD- N_2O の関係

[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 目的

本研究は河川や池沼の表面で生じる景観悪化現象である“発泡”と油膜に見える“ぎらつき”について、人工の化学物質以外が原因で発生したと考えられる事象について現象解明を行うことを目的とした。初年度は県内の発泡状況を調査し、また発泡試験方法を開発した。次年度は比企丘陵のI川の発泡現象の調査・現象解明を行い、また植物プランクトンによるぎらつき現象の調査と有機汚濁性を評価した。最終年度は鉄が原因のぎらつきにおける鉄の形態分析を放射光分析により行うとともに、比企丘陵のK川の発泡現象の調査・現象解明を行ったので、一部を紹介する。

2 調査河川と分析方法

K川は比企丘陵を流れる延長約2.6kmの普通河川で水源はI川と近接している。BODの年間平均値は0.6mg/L(平成21年度H町調査)である。調査・観察は基本的に晴天時に行い平成23年1月から24年1月まで計18回行い、毎回発泡を確認した。水質分析方法はセンター報第11号に準じた。

3 結果

調査地点を図1に、典型的な水質調査結果を表1に示す。K川は谷筋の水が土壌からしみ出た地点を水源とし、落葉広葉樹の林間(地点1-3)を抜け、人工護岸の水深が5cm程度の浅い区間(地点4以降)を流れる。DO飽和度およびpHは基本的に流下にともない上昇し、特に付着藻類や植物の繁

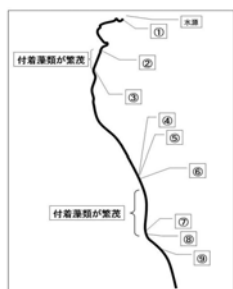


図1 調査河川

茂する区間(地点6と7の間)では大幅に上昇し、内部生産の影響がみられた。この区間ではDOCとともに糖濃度の上昇(例えば9月14日は0.5から0.7mg/Lに上昇)もみられ、内部生産有機物の産生が確認された。地点8は滞留域であり、河床に落差があるので地点7の水が滝状に50cmほど落下し、発泡が毎回観察された。特に、晩秋から冬期は落葉の影響で水が滞留しやすく、また落葉に付着した泡が安定化するため、泡が流下・消滅せずよく堆積していた。地点8の表面水を採水し発泡試験を行うと4.0mmとなった。一方、10KDa以上

の高分子成分だけを抽出し発泡試験を行うと1.3mmとなり発泡性は減少した。このことからI川の場合と異なり、低分子領域に発泡原因物質が存在することが分かった。なおI川では発泡が見られるときの1KDa以下の成分の割合は23~37%であったが、K川では41~50%であり、低分子成分が多かった。

表1 平成23年11月2日の水質特性

| | | 地点1 | 地点2 | 地点3 | 地点4 | 地点5 | 地点6 | 地点7 | 泡 |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 水温 | ℃ | 13.5 | 14.2 | 15.4 | 13.8 | 16.0 | 16.1 | 18.4 | |
| DO | mg/L | 9.7 | 8.1 | 10.6 | 10.5 | 10.8 | 10.7 | 13.2 | |
| DO飽和度 | % | 94 | 79 | 106 | 110 | 109 | 108 | 141 | |
| pH | | 6.7 | 7.0 | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 9.3 | |
| EC | mS/cm | 9.1 | 12.9 | 17.7 | 17.0 | 13.6 | 17.1 | 14.4 | |
| SS | mg/L | 2.0 | 5.0 | 1.2 | 2.4 | 1.0 | 2.0 | 1.2 | |
| TOC | mg/L | 2.0 | 2.2 | 2.2 | 1.8 | 2.4 | 1.8 | 2.3 | |
| DOC | mg/L | 1.7 | 2.0 | 2.1 | 1.6 | 2.2 | 1.7 | 2.2 | 5.0 |
| 蛍光強度(フルボ酸)* | OSU | 0.42 | 0.54 | 0.60 | 0.44 | 0.57 | 0.45 | 0.54 | 1.30 |
| フルボ酸蛍光強度/DOC | | 0.24 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.26 | 0.27 | 0.25 | 0.26 |
| 蛍光強度(タンパク質)* | OSU | 0.12 | 0.13 | 0.16 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.13 | 0.91 |
| タンパク質蛍光強度/DOC | | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.18 |

表2に各地点のDOC、糖、疎水性糖、鉄濃度と発泡性をまとめたものを示す。ここで疎水性糖はSep-pak C18カラムで抽出される糖であり、採用した分画手法は天然界面活性剤サポニン(分子量1KDa以下)を抽出・定量する時に用いられるものと同じである。表2からK川の糖類のほとんどは疎水性糖であることが分かった。各成分濃度と発泡性の関係を調べると糖濃度と発泡性に比較的良好な相関があることが分かった($R^2=0.65$)。これらより、K川の発泡原因物質は糖類であり、水源からすでにある程度の濃度で存在しており、また付着藻類や植物なども寄与していることがわかった。またサポニンなどの疎水性糖が発泡に関係している可能性が示唆された。

表2 平成24年1月18日の発泡性と水質特性

| | | 源流 | 地点1 | 地点6 | 地点7 | 地点8 | 地点9 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 発泡試験* | mm | 2.0 | 1.7 | 1.6 | 2.7 | 2.5 | 2.2 |
| DOC | mg/L | 1.1 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 2.5 | 1.3 |
| 全糖濃度 | mg/L | 0.48 | 0.30 | 0.35 | 0.49 | 0.60 | 0.44 |
| 全糖糖/DOC | | 0.18 | 0.17 | 0.14 | 0.16 | 0.10 | 0.14 |
| 疎水糖 | mg/L | 0.28 | 0.26 | 0.45 | 0.33 | 0.48 | 0.48 |
| 疎水糖/全糖 | | 0.59 | 0.88 | 1.27 | 0.68 | 0.81 | 1.10 |
| 鉄 | mg/L | 0.18 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.21 |

* ロータリーエバポレーターで20倍濃縮

4 今後の研究方向

研究は昨年度で終了したが、対象とした現象は水質事故として調査依頼を受ける可能性があるため、確立した調査方法により現象解明を行い、また調査データを蓄積していく。

Characterization of organic substances in the surface films on natural water bodies and identification of compounds responsible for oil slicks or foams observed in surface water

[自主研究]

微動探査法における深度方向指向性に関する研究

白石英孝

1 目的

当所では、これまで微動を用いた地下構造探査(微動探査法)に関し、様々な研究を行ってきた。その一環として行われた埼玉県平野部の大深度地下構造調査の結果は、県の地震被害想定調査や内閣府による首都直下型地震の被害推定にも活用されている。また理論面では、FFT法による高速解析の実用化や微動の位相速度推定に使われるSPAC法の詳細メカニズムの解明、センサ配置の制約の解消など多くの成果をあげてきた。しかしながら、未だ解明されていないいくつかの問題が残されている。その一つが深度方向の指向性である。

地表に設置された複数の微動センサ(微動アレイ)は、微動の到来方向ごとに異なる感度をもつ(指向性)。指向性は、地表面方向及び地盤の深度方向に存在し、微動アレイの幾何学的形状に従って変化するものと考えられる。このうち地表面方向の指向性については当所の研究によって既に解明されているが、深度方向については未だ十分な検討が行われていない。そのため、地表に設置された微動アレイが地下のどの部分の情報を得ているのか、また微動アレイの計測結果は深度方向の指向性によってどのような誤差をもつのか、という疑問に対し理論的な検討を行うのが困難な状況にある。そこで本研究では深度方向指向性を理論的に明らかにすることを目的とし、基礎的な検討を行うものである。

2 指向性の検討と結果

深度方向指向性は、微動アレイの幾何学的形状に応じて3次元的に複雑に変化することが予想される。そこで本研究では検討を簡略化するために、図1に示す地盤の2次元x-z断面内において2つの微動センサで構成される2点アレイに対し地下の θ 方向から平面波が入射する場合について検討を行うこととした。この場合、2点アレイの距離を r 、入射波の波数を k とおくと、2点間の位相差 $\gamma(\theta, k)$ は次式で表現することができる。

$$\gamma(\theta, k) = \exp(-jkr \cos \theta)$$

この式は、微動アレイの複素コヒーレンス関数(CCF)から導かれる地表面方向の指向性を表現する式と一致していることから、深度方向も地表面方向と同一の指向性をもつこと

がわかる。図2はその例として $kr=0.25\pi$ (周波数が低い場合)と $kr=\pi$ (ナイキスト限界、正しい計測ができる限界)での深度方向指向性(CCF実部)を示したものである。図から kr の値が小さいと指向性は円形に近くなることわかる。

3 今後の方向性

本年度の検討結果を用いて、微動アレイの深度方向指向性の性質を明らかにする。

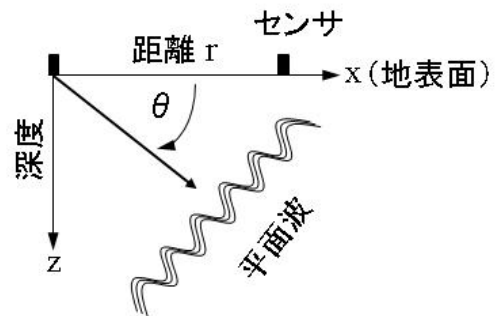
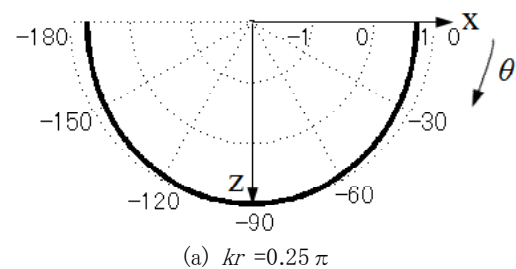
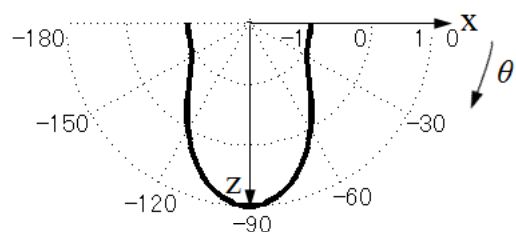


図1 検討に用いた座標系



(a) $kr = 0.25\pi$



(b) $kr = \pi$ (ナイキスト限界)

図2 深度方向指向性の例

[自主研究]

埼玉県における地下水質特性の総合評価とその応用に関する研究

八戸昭一 石山高 濱元栄起 白石英孝

1 はじめに

近年、水濁法に基づく地下水調査などを通じて各地において環境基準を超える規制物質が検出されている。しかしながら各々の調査井戸はスクリーンの数や深度などの情報が不十分な場合が多く、汲み上げられた地下水が賦存していた帯水層を正確に特定することは難しい。本研究では山地を除く埼玉県内全域を対象として地下水質の特性を総合的に評価することにより、各地域の地下水汚染問題の解決に役立つ効率的な環境マネジメント手法を検討する。

2 方法

調査地域全域にわたる地下水質の概況を把握するため、平成20年から22年度までの期間に水濁法に基づいて実施された地下水質概況調査を対象として、井戸諸元(井戸深度等)や基本水質情報(水素イオン濃度、電気伝導度、酸化還元電位等)などの既存情報を取りまとめた(計約300箇所)。さらに、約230箇所の井戸を対象として、重金属類(Fe、Mn、Al等)や主要溶存イオン(Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻等)などを測定した。なお、前述の重金属等については誘導結合プラズマ発光分光分析法、炭酸水素イオンは酸消費量法、その他の主要溶存イオンについてはイオンクロマトグラフ法を採用した。また、地下水質の地域特性を評価するため、県内を図1に示す7つの区域に分割して考察した。

3 結果と考察

全て井戸を深度30mを境に浅井戸と深井戸に区分したところ、全528箇所のうち72%に相当する381箇所が浅井戸であり、20%に相当する105箇所が深井戸であった。浅井戸は県北部から県西部に分布する小起伏山地・丘陵・台地群、そして県央部の大宮台地等において顕著に確認され、一方深井戸は県東部の中川低地や北東部の加須低地において確認された(図1)。また、浅井戸のpHは平均6.5であり弱酸性を示すことが多く、深井戸は平均7.7の弱アルカリ性を示すことが多かった。

今年度調査を実施した井水(約230箇所)を対象として、主要溶存イオンの分析結果からキータイヤグラムを使用して6種の地下水類型に分類し、地下水の存在比率を算出した。その結果、停滞性の地下水を示す類型III(重炭酸ナトリウム)

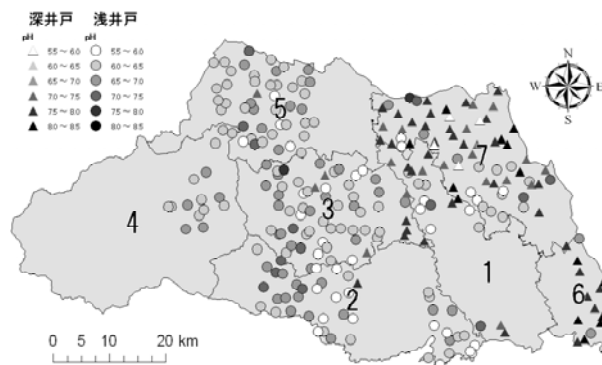


図1 浅井戸(●印)及び深井戸(▲印)の位置と水素イオン濃度(なお、地図内の数字は区域番号を示す)

表1 地下水類型区分と区域単位での地下水の存在比率

| 区域番号 | 地下水類型 | | | | | |
|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| 1 | 0% | 50% | 0% | 25% | 25% | 0% |
| 2 | 14% | 39% | 0% | 2% | 46% | 0% |
| 3 | 11% | 48% | 0% | 5% | 32% | 5% |
| 4 | 8% | 75% | 0% | 0% | 17% | 0% |
| 5 | 20% | 33% | 0% | 2% | 46% | 0% |
| 6 | 0% | 80% | 0% | 0% | 0% | 20% |
| 7 | 2% | 66% | 0% | 2% | 23% | 6% |
| 全体 | 8% | 56% | 0% | 5% | 27% | 4% |

図2 キータイヤグラム

と地下水類型区分

型)は全地域とも存在しなかった。また、循環性地下水を示す類型II(重炭酸カルシウム型)や類型V(中間型)は全区域において広範囲に確認された。一方、化石水や温泉水に多くみられる類型I(非重炭酸カルシウム型)は区域1の台地内や区域2や3の丘陵付近において部分的に確認された。さらに海水の影響を受けた地下水に特徴的な類型IV(非重炭酸ナトリウム型)も区域1、3および7などで散見された。

以上のとおり区域2・3・4・5及び1の北端地域では主に30m以浅の浅井戸、逆に区域6では主に深井戸、そして区域7では双方の井戸が使用されており、地域毎に特徴的な地下水質を示すことが確認された。このような井戸形式や地下水質の地域性は各々の井水が汲み上げられる帯水層及びその周辺環境に制約されていると想定される。

4 今後の研究方向

今後は調査井戸が不足している地域のデータを補間するとともに、地域毎の帯水層情報も考慮した解析を検討する。

[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壌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壌へと変化し、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、自然土壌による重金属汚染を評価・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。最終年度は、今までに得た溶出特性に関する研究成果を基に、有害重金属類の不溶化手法について検討した結果を報告する。

2 方法

本研究には、県南東部地域(草加市)の地質コア試料(掘削深度80m)を使用した。この地質試料は掘削後10年以上経過しており、硫化鉱物の風化により海成シルト部分は酸性土壌へと変化していた(pH 3.7~4.1)。

海成シルト2g及び消石灰の一定量を50mLプラスチック製遠沈管に取り、純水20mLを加えて6時間連続振とうした。遠心分離後(3000rpm、20分)、上澄み液を0.45 μmメンブレンフィルターでろ過したものを検液とした。検液のpH及び電気伝導度を計測するとともに、溶出した重金属類濃度を誘導結合プラズマ質量分析装置等で測定した。

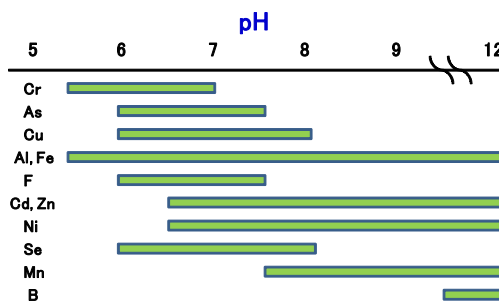
3 結果と考察

昨年度までの研究結果から、重金属類の溶出は土壌pHに大きく依存し、酸性あるいは塩基性領域で様々な重金属類の溶出が認められた。そこで、土壌pHを中性付近に設定することにより重金属類の不溶化を試みた。海成シルトのpH調整剤には、安価で入手が容易な消石灰(Ca(OH)₂)を選定した。消石灰はpH調整剤として有効であり、海成シルト2gに対して約2wt%の添加で、土壌pHは7付近まで増加した。

海成シルトに消石灰を添加していき、その際の土壌溶出液のpHと各重金属類の溶出濃度を調べた。重金属類の不溶化条件は元素によって大きく異なり、鉄、アルミニウム、カドミウム、亜鉛等は中性から塩基性領域で確実に不溶化できることが分かった(図1)。一方、砒素、クロム、銅はpH8以上になると再び溶出し、不溶化には土壌pHを中性付近に調整

しなければならないことが分かった(図1)。鉄、アルミニウム、カドミウム等の陽イオンは、中性から塩基性領域で加水分解され難溶性の水酸化物を生成する。この水酸化物が土壌粒子に吸着したり、負に帯電した土壌粒子や鉄酸化物に金属陽イオンが化学吸着した結果、溶出が抑制されたものと考えられる。砒素、セレン、フッ素等の陰イオンは中性付近で土壌中の鉄酸化物に吸着固定されるが、塩基性では鉄酸化物の電荷が負に変化するため溶出が促進される。銅やクロムは、土壌中の有機酸と可溶性錯イオンを生成するため、塩基性領域で再び溶出したものと考えられる。

ホウ素は土壌pHを中性付近に設定しても不溶化することが困難であった(図2)。ホウ素は、酸性から弱塩基性領域では解離せずにH₃BO₃として存在する。ホウ素を不溶化するには、ホウ酸が解離するpH10以上の設定が必要と考えられる。今回使用した海成シルトから、鉛は溶出しなかった。



Seは不溶化率60%以上、それ以外は不溶化率80%以上を「不溶化が期待できるpH範囲」とした

図1 不溶化可能なpH範囲

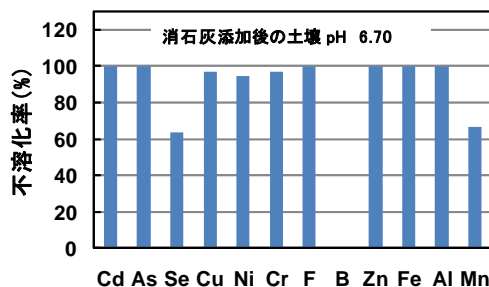


図2 消石灰を添加した場合の不溶化率

$$\text{不溶化率} = (1 - (\text{添加後の溶出濃度}) / (\text{添加前の溶出濃度})) \times 100$$

[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 佐坂公規

1 背景と目的

地中熱利用システム(以下、「システム」)は、自然エネルギーを活用した有望なエネルギーシステムとして国内でも導入が進められている。その効率は、その場の地下環境によって大きく異なるため地域的な違いが生じやすい。したがってシステムの設計段階では、設置地点の地下環境(地下温度、地質、地下水の流速等)を考慮した上で、熱交換井の深度や本数、ヒートポンプユニットの選定を行う必要がある。こうした背景から、県レベルの広域的な地下環境情報を社会に提供することは、システムの普及を促進する観点からも有効であると考えられる。そこで本研究では、埼玉県内における地下環境についての既存情報の収集や新たな調査を実施し、その成果を社会に公開することを第一の目的とした。また、システム導入の初期段階においては採熱量を把握するための「地中熱利用ポテンシャルマップ」が役立つことから、その作成を第二の目的とした。

2 地下環境の情報収集と調査

埼玉県内における地下環境の基礎情報のうち地質情報(地質柱状図、N値等)については、筆者らが既に4000地点以上のデータをWeb上で公開しているが、地下温度に関する情報について、これまで一般に公開されたものは必ずしも多くはない。そこで埼玉県の平野部をほぼ網羅する地盤沈下監視用の地下水観測井を活用し、深さ方向の地下温度分布を新たに計測した(県内25地点)。測定深度は概ね約200~300mであり、一般的な地中熱利用システムの熱交換井を設計するためには十分な深さであると考えられる。測定の結果、埼玉県内の地下温度は、概ね16℃~19℃であり、地温勾配(深さ方向における温度上昇の割合)は、0.02~0.03℃/mであることが分かった。同一深度の温度を調べると、埼玉県北東部のほうが南部より高めであることが分かった。また多くの地点において、地表から数十メートル程度の深さまでの温度分布は、過去数十年から百年間の地表面における温度上昇による影響を受けていることが分かった。さらに各観測井で数か月後から1年後に再測定を行ったところ、帯水層付近で温度変動している地点も見つかった。

3 地中熱利用ポテンシャル評価

本研究では、1mあたりの平均採熱量を地中熱利用ポテンシャルの指標として、地表から25mまでと地表から50mまでを評価した(図1)。この評価には埼玉県の地盤モデル(速度構造モデル)と、ドイツの地中熱利用システムの工業指針であるVerein Deutscher Ingenieure (VDI) マニュアルに基づく典型的な地質ごとの熱交換率を使用した。この結果、埼玉県東部の低地に比べて中央部の台地の方が、地質条件から推測される地中熱利用ポテンシャルは高めであることが分かった。ただし、ボーリングの掘削深度が浅く深部の地質情報が少ないところ(県西部)や掘削による地質情報そのものがない地域(山間部)もあるため、このような場所ではポテンシャルを見積もることができなかった。

さらに本研究では、数値実験によって、地下温度、地質、地下水の流速の各パラメータが、地中熱を利用する場合の採熱率にどの程度寄与するのかを調べた。その結果、一般的なパラメータの変動範囲では、採熱率には地下水の流速による影響が最も大きく、流速が早い場所であればシステムの効率が高くなることが確認された。

本研究で示された地下環境の調査手法や解析手法、ポテンシャルの評価手法は、他の地域・自治体にも適用できるため、一つのモデルケースとしても役立つと考えている。

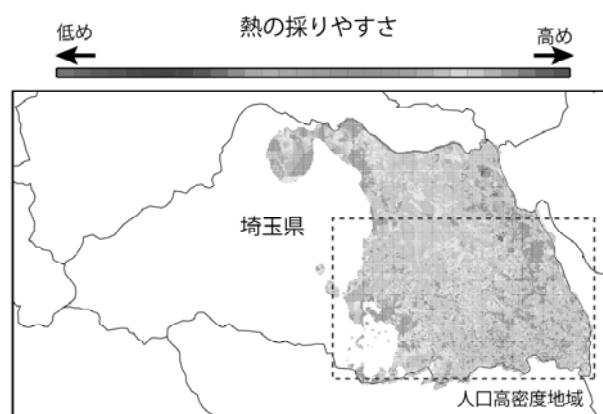


図1 地中熱利用ポテンシャルマップの例
(地質条件のみを考慮したポテンシャル)