

7 抄録・概要

7.1 自主研究概要

- (1) 埼玉県における温室効果ガス排出量の変動要因を特定する統計モデルの開発……………本城慶多、武藤洋介、原政之、大和広明
- (2) 埼玉県における高温の出現状況の統計的解析およびモニタリング技術の開発……………大和広明、武藤洋介、原政之、本城慶多
- (3) 小型燃焼機器由来のCO₂、大気汚染物質の排出実態と低減技術の検討……………米持真一、佐坂公規、長谷川就一、市川有二郎、本城慶多
- (4) 夏季におけるVOC集中観測による光化学オキシダント発生要因の解明……………佐坂公規、市川有二郎、村田浩太郎、長谷川就一、米持真一
- (5) 汚染物質の排出構造変化によるPM_{2.5}及びO₃への影響……………長谷川就一、米持真一、佐坂公規、市川有二郎、村田浩太郎、米倉哲志
- (6) 高時間分解測定に基づく短寿命BVOCの実態把握……………市川有二郎、佐坂公規、米持真一、長谷川就一、村田浩太郎
- (7) 埼玉県の水田における非灌漑期の利用形態が土壌環境と水生生物に与える影響の研究……………王効挙、安野翔、米倉哲志、角田裕志、三輪誠
- (8) 埼玉県の主要水稲に対するオゾン影響の軽減策に関する研究……………米倉哲志、王効挙、角田裕志、安野翔、三輪誠、大戸敦也*、宗方淳*、荒川誠*
- (9) 埼玉県における野生動植物の分布情報の収集・解析と保全管理策の検討……………角田裕志、安野翔、三輪誠、米倉哲志、王効挙
- (10) 埼玉県の水田地帯における水生動植物の生息状況に関する基礎的調査研究……………安野翔、角田裕志、米倉哲志、王効挙、三輪誠
- (11) 埋立廃棄物の受動的な空気流入による安定化促進実験……………長森正尚、川寄幹生、長谷隆仁、磯部友護、鈴木和将
- (12) 石綿含有建材目視判定法の評価……………川寄幹生
- (13) 廃棄物最終処分場の雨水排除対策効果についての調査研究……………長谷隆仁
- (14) 石膏粉の地盤工学的有効利用に関する研究……………鈴木和将、磯部友護、長谷隆仁、川寄幹生、長森正尚
- (15) 漏洩事故を想定した有害化学物質のスクリーニング分析法の開発……………大塚宜寿、蓑毛康太郎、堀井勇一、竹峰秀祐、渡辺洋一
- (16) 人工化学物質をトレーサーとして用いた地下水の汚染源特定に関する基礎研究……………竹峰秀祐、見島伊織、大塚宜寿、堀井勇一、蓑毛康太郎、野村篤朗、茂木守
- (17) 原子力発電所事故10年後における生態圏での環境放射能の現況及び変遷……………野村篤朗、伊藤武夫、大塚宜寿、蓑毛康太郎、堀井勇一、竹峰秀祐、渡辺洋一、三宅定明**、長島典夫**、坂田脩**、竹熊美貴子**
- (18) 県内水環境中から得たアナモックス集積系の特徴分析および活用方法の検討……………見島伊織
- (19) 三次元励起蛍光スペクトル法で検出される化学物質の同定と汚濁指標性の検討……………池田和弘、竹峰秀祐
- (20) 埼玉県内河川で高い大腸菌数を示す地点の傾向とその原因究明……………渡邊圭司、梅沢夏実、池田和弘、見島伊織、木持謙、田中仁志、柿本貴志、宮崎実穂
- (21) 黄鉄鉱の酸化分解に影響を及ぼす化学的因子の検討……………石山高、濱元栄起、柿本貴志、白石英孝、渡邊圭司
- (22) 埼玉県における地中熱利用の総合的評価……………濱元栄起、白石英孝、石山高、柿本貴志、八戸昭一

* 埼玉県農業技術研究センター

** 埼玉県衛生研究所

[自主研究]

埼玉県における温室効果ガス排出量の変動要因を特定する統計モデルの開発

本城慶多 武藤洋介 原政之 大和広明

1 背景と目的

2020年10月、菅内閣総理大臣(当時)の所信表明演説において、2050年カーボンニュートラル、すなわち、温室効果ガス排出実質ゼロという長期目標が示された。その後、地方自治体で気候変動対策を強化する動きが広がり、2022年3月末の時点で41都道府県と638市区町村(20特別区を含む)が2050年カーボンニュートラルを宣言している(環境省調べ)。埼玉県は、2018年3月に地球温暖化対策実行計画(第2期)(以下「実行計画」という)を策定し、2030年度の県内温室効果ガス排出量を2013年度比で26%削減するという目標を設定した。本稿執筆時点でカーボンニュートラルの宣言には至っていないが、排出削減目標の引き上げに向けて実行計画の見直しを進めているところである。

実行計画の見直しにあたって、温室効果ガス排出量の将来見通しを作成する必要がある。本研究では、関東地域(1都6県)を対象とするマクロ計量モデル及びエネルギー需要モデルを構築し、埼玉県のエネルギー起源二酸化炭素(CO₂)排出量を2030年度まで推計した。また、エネルギー需要モデルを応用し、市町村CO₂排出量の算定値を過去に遡って更新した。本稿では、前者の研究成果について解説する。

2 方法

エネルギー起源CO₂排出量は地域の経済活動と密接に関連する。研究の第1段階では、2011年基準県民経済計算に基づいてマクロ計量モデルを構築し、業種別生産額の将来推計を行った。モデルは、労働生産性と就業人口を統計的に予測し、両者を組み合わせて業種別生産額を計算する構造をもつ。産業分類は23区分であり、都道府県別エネルギー消費統計に準拠する。モデルのパラメータは1都6県における2006～2018年度のデータを用いて推定し、Elastic net¹⁾で説明変数の取捨選択を行った。構築したモデルに国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口及び3種類の生産性シナリオ(高位・中位・低位)を入力し、業種別生産額の推計値を計算した。

研究の第2段階では、都道府県別エネルギー消費統計に基づいて、産業・業務その他・家庭・運輸部門におけるエネルギー需要の予測モデルを構築した。モデルは、人口・経済・気象要因とエネルギー需要の相関関係を線形回帰モデルで表現しており、パラメータの推定方法はマクロ計量モデルと同様である。エネルギー種は電力と燃料等(燃料+熱)の2区分である。構築したモデルに年齢別人口、平均世帯人員、業種別

生産額、冷暖房度日などの将来値を入力し、エネルギー需要の推計値を計算した。

研究の第3段階では、エネルギー需要の推計値に排出係数を乗じてCO₂排出量に換算した。電力排出係数については、2018年度の水準で固定する現状維持ケースと、2021年版地球温暖化対策計画で示された国の目標値を達成するエネルギーミックスケースの2パターンを想定した。燃料等排出係数は2018年度の水準で固定した。

3 結果

県内エネルギー起源CO₂排出量の推計結果を図1に示す。CO₂排出量のトレンドは電力排出係数にけん引されており、現状維持ケースでは増加傾向を、エネルギーミックスケースでは減少傾向を示している。経済成長率(生産性)の違いがCO₂排出量に与える影響は相対的に小さい。2030年度における2013年度比の排出削減率は、生産性中位・現状維持ケースで13.0%、生産性中位・エネルギーミックスケースで34.4%となった。県が国と同等の排出削減率(2013年度比46%)を目指す場合、省エネや電化、再エネの利用促進など、県独自の取組を行う必要がある。上記の結果を踏まえて、2022年度は県の脱炭素化に向けた具体的な施策を検討する予定である。

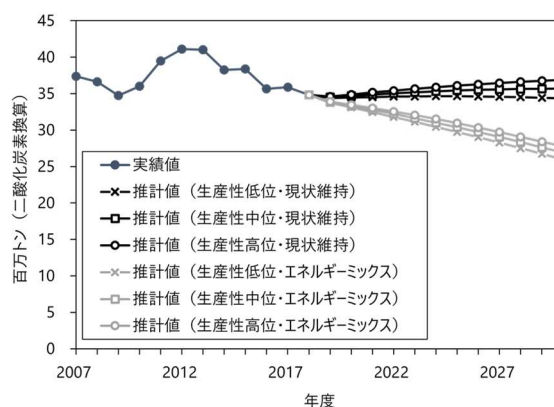


図1 県内エネルギー起源CO₂排出量の推計結果

文献

- 1) Zou and Hastie (2005) Regularization and variable selection via the elastic net. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 67, 301-320.

[自主研究]

埼玉県における高温の出現状況の統計的解析および モニタリング技術の開発

大和広明 武藤洋介 原政之 本城慶多

1 目的

埼玉県では、熊谷地方気象台で日本最高気温である41.1℃を観測するなど、夏の暑さが厳しくなっている。この高温化の原因は、地球温暖化の進行に伴う気温上昇に加え、関東平野の都市化の進行に伴うヒートアイランド現象や局地風系の変化が考えられる。局地風系が発達しやすい典型的な夏季の晴天日には、海からの冷気の影響を受ける沿岸部に比べ、関東平野の内陸部に位置する埼玉県の平野部、は高温になりやすい。実際、県内27消防本部ごとに集計した10万人当たりの熱中症による救急搬送者数は、県の南部より北部で多くなっており、熱中症発症リスクに地域差があることがわかる。したがって、熱中症の発症リスクの低減を図る上で、県内の詳細な気象要素と熱中症発症リスクの関係を解明することが必要である。そこで、本研究では、暑熱環境のモニタリング体制の構築及び気候学的(統計的)解析による高温の出現状況の把握の2点を行い、熱中症の発症リスクの低減を図る適応策立案のための基礎情報を整備することを目的とした。

2 方法

令和2年度に暑さ指数を観測可能かつインターネットでデータ回収できる新型の気象観測機器の開発を行った。令和3年度は、太陽光パネルとリチウムイオン電池を組み合わせた電源を用いることにより、夏季の間電池交換無しで、気温、相対湿度及び、暑さ指数を連続観測し、インターネットでデータ回収を実施した。設置場所は、公立小学校、県立高校、常時監視局、農業圃場など計20か所である。また、温度実態調査の調査地点を28か所増やし、全県を対象に気温を10分ごとに観測するモニタリング体制を強化した。

今年度に観測した暑さ指数及び気温を統計的に解析して県内の高温の出現状況の把握を行った。また、暑さ指数及び気温の時間変化と海風との関係を解析し、局地風系が暑さ指数と気温に与える影響を把握した。

3 結果

2022年の7、8月の日最高気温の平均の分布(図1)は、秩父盆地や西部の丘陵地帯、南東部の江戸川沿いを除く平野部で高い傾向が見られた。

海風が発達した日の暑さ指数の時間変化(図2)は、15時ごろから17時ごろにかけて県南部の新座から、中央部の川越、北部の妻沼の順に暑さ指数が低下していた。これらのことから、

海風が海からの冷涼な空気を運んできたことを意味しており¹⁾、冷気の到達により暑さ指数が低下し始めることが明らかとなった。一方で、日最高暑さ指数は3地点ともそれほど違いが見られなかった。

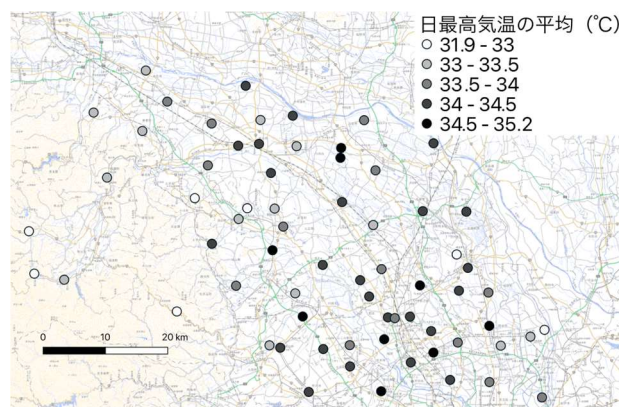


図1 日最高気温の平均の分布

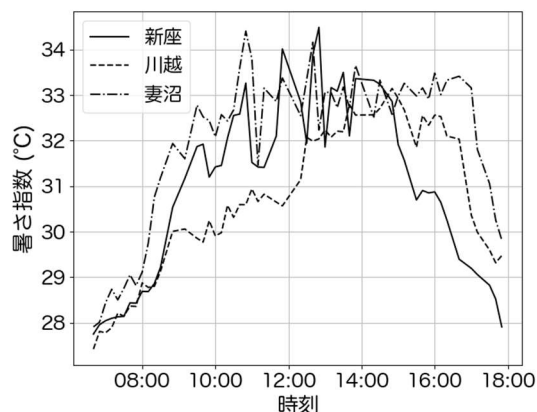


図2 海風が発達した日の暑さ指数の時間変化

4 今後の研究方向

今後は、インターネットで回収した暑さ指数を県民へ伝達する方法を検討するとともに、海風と県内の高温域の時間変化について解析を進めていきたい。

文献

- 1) H. Yamato, T. Mikami, and H. Takahashi (2017) Impact of sea breeze penetration over urban areas on midsummer temperature distributions in the Tokyo Metropolitan area, *Int. J. Climatol.* 37: 5154-5169.

[自主研究]

小型燃焼機器由来のCO₂、大気汚染物質の排出実態と低減技術の検討

米持真一 佐坂公規 長谷川就一 市川有二郎 本城慶多

1 目的

地球温暖化の進行に伴う気候変動の影響は深刻さを増している。国内のCO₂排出は、産業部門や運輸部門では削減が進んでいるが、家庭部門では十分とは言えない。家庭でのCO₂排出抑制は、節電と直結するが、多くの家庭で使用されている小型燃焼機器では、排出実態の把握や排出抑制対策はなされていない。また、これらがその場で燃焼させて熱を取り出すのに対し、家電製品では、発電所での燃焼により得られる熱エネルギーを電気に変換、送電した上で、再び熱エネルギーに戻すことになり、燃焼機器から家電製品へのシフトによるCO₂削減効果は検討の余地がある。

本課題では、家庭用小型燃焼機器から排出されるCO₂とVOC等を明らかにするとともに排出低減方法についても検討する。

2 方法

燃焼実験装置を作製し、家庭用小型燃焼機器から排出されるCO₂及び大気汚染物質の濃度や時間変化などの排出実態を計測した。小型燃焼機器としては、今年度はガスコンロのみを対象とした。なお、IHコンロとの比較も行った。

CO₂はNDIR式の簡易型CO₂計(CD-2R)を使用した。なお、本機はT-VOC計(CO₂測定モード)との比較で、同等の測定値が得られることを確認済みである。

まず、コンロの燃焼熱のロスを防ぐ効果を調べるため、周囲に高さ30cmのアルミ製の風防を設置した場合と、使用しない場合で水1Lを沸騰させるために要する時間とCO₂濃度の変化を調べた。

CO₂捕集実験については、酸化チタンコーティングをしたガラス板(4×12cm) 2枚の片面に、水酸化カリウム(KOH)溶液1mLを添加し、超親水作用を利用して塗布した捕集板(デニューダ)の間に燃焼ガスを毎分1Lで通気させてCO₂をK₂CO₃として捕集し、捕集したK₂CO₃重量を求めた。なお、KOH溶液は2%、5%、10%の3種類を使用した。

3 結果

3.1 燃焼実験とCO₂濃度変化

図1にガスコンロを用いて1Lの水を加熱した際のガスコンロ底面から高さ50cmの位置におけるCO₂の変化と、沸騰までに要した時間を示す。風防無しの場合、CO₂濃度は最高4,000ppmであり、沸騰に要する時間は平均4分20秒であった。これに対して風防を設置した場合、CO₂濃度は最高で6,200ppmとなり、沸騰に要する時間は平均3分50秒であった。

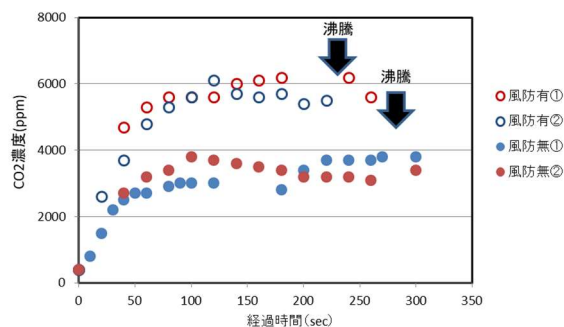


図1 ガスコンロで水1Lを加熱した際のCO₂濃度(真上50cm)

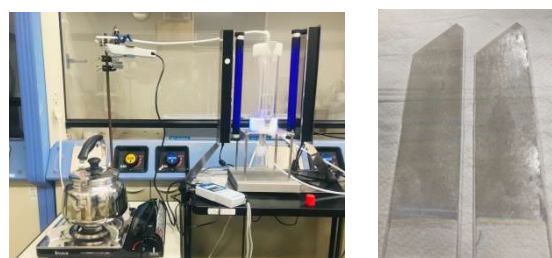


図2 CO₂捕集実験装置(左)と捕集板の様子(右)

ガスコンロの出力は風防の有無によらず一定であるため、風防を設置することで燃料消費量を約20%削減することが可能であった。IHコンロを使用した場合にも同様の実験を行ったが、風防の有無による沸騰時間に差は見られなかった。これは、加熱方式の違いによるものと考えられる。

3.2 CO₂捕集実験

図2にガスコンロにより発生するCO₂の捕集実験装置(左)と、捕集板上に捕集したCO₂を示す(右)。

CO₂捕集量はKOH濃度が高いほど増え、10%の場合のCO₂捕集量は13.3μmol/Lであった。図1から風防有りの場合の燃焼中の平均CO₂濃度を6,000ppmとした場合、CO₂の除去率は5.0%と算出された。

4 まとめ

家庭部門のCO₂排出抑制のため、家庭用小型燃焼装置に着目し、実際に燃焼実験によりCO₂濃度を計測した。排出係数ベースではIHコンロとガスコンロとで大きな差はなかったが、CO₂除去だけでなく、熱効率を高める方法や必要量のみを加熱するなどの簡便な方法でガスコンロの方がCO₂排出を抑制できる可能性が示された。更には、本法のような手法を利用したCO₂固定用カートリッジなども有効と考えられた。

[自主研究]

夏季におけるVOC集中観測による光化学オキシダント発生要因の解明

佐坂公規 市川有二郎 村田浩太郎 長谷川就一 米持真一

1 目的

環境基準達成率が低い光化学オキシダント(Ox:主にオゾン)については、その原因物質の1つである揮発性有機化合物(VOC)等の排出抑制が進められ、その大気中濃度は低下してきた。しかし、本県の光化学スモッグ注意報の発令日数は、依然全国ワースト上位を占め、達成率の向上も進んでいない。我々はこれまで月1回採取した大気試料についてVOC組成を調査し、芳香族とアルデヒド類のオゾン生成ポテンシャルが高いことを把握しているが、Oxの高濃度日の状況やVOC組成の季節変動を議論できる観測事例は非常に少ない。一方で、近年の低公害車普及や工場等におけるVOC使用量削減、東京オリンピック開催に向けた重点的な大気汚染対策や物流・交通需給の調整に伴い、原因物質の排出構造の変化が予想され、これらの影響を解明することは、改善に向けて非常に意義深いと考えられる。そこで本研究では、Ox濃度の変動と関連の高い発生源を解明し、排出構造の変化が与える影響を把握するため、Oxの高濃度期にVOCの集中観測を行い、結果を比較、解析する。

昨年度は加熱脱着用捕集管(以下、捕集管)を用いた時間分解能の高い試料採取及び分析の条件について検討し、従来法(キャニスター法)とほぼ同等の定量結果を得た。また、吸引流量を増やしても成分が破過することなく、良好に測定可能であることも確認した。さらに、採取の効率化を図るためのタイマー式サンプリング流路セレクター(以下、流路セレクター)を自作した。

本年度は、前日(あるいは前々日)予報によるOxの高濃度が予想される日をターゲットとして、CESS、戸田局(戸田市)及びこれらのほぼ中間に位置する宮原局(さいたま市)を使用して試料採取・分析を行い、データの比較検討を行った。

2 方法

2.1 試薬及び器具・装置等

標準原ガスには光化学スモッグ測定ステーション用混合標準ガスPAMS-J58(住友精化)を用いた。内標準ガスは、トルエン-d8(10mg/mL、富士フィルム和光純薬)を精秤して6Lキャニスターに注入後、窒素ガスで希釈し、約60℃に加熱して5ppmに調製した。捕集管にはAir Toxic(CAMSCO)を用い、管内空気を高純度窒素で置換しながら350℃までゆっくりと加熱し、6時間保持した後、放冷してから使用した。

試料採取にはMP-W5Pサンプリングポンプ(柴田科学)を使用し、分析にはTurboMatrix650加熱脱着装置(PerkinElmer)

を接続したGCMS-QP2010Plus ガスクロマトグラフ-質量分析装置(Shimadzu)を使用した。

2.2 大気試料の採取

前日(あるいは前々日)予報によるOxの高濃度が予想された場合、当該日の10時~18時の間で2時間毎に大気試料の採取を実施した。各回の試料採取は流路セレクターを介してサンプリングポンプに接続した捕集管に、75mL/minの流量で吸引して行った。採取後、捕集管の両端を密栓し、分析まで活性炭入りデシケーター内に保存した。

3 結果

今年度は光化学スモッグ注意報の発令基準に至る高濃度がほとんど見られず(8/26、28の2回)、限られた試料しか採取できなかった。図1に8/27の戸田と宮原におけるトルエン濃度の変動を示す。従来法では、採取期間中の平均的な濃度しか把握できず、戸田よりも宮原の方が若干高濃度であるという比較程度の評価しかできなかったが、時間分解能を高めることで、地点ごとに濃度変動の時間的特徴をより詳細に把握することができた。これらは、2点間の比較において、どの時間帯に濃度が逆転するのか、また、ある地点で高濃度が見られた場合に採取期間を通じて高濃度であったのか、それとも一時的な高濃度の影響を受けているのかといった事象の判断に有用であると推察される。

4 今後の研究方向

Ox濃度の上昇とVOC濃度の変動をうまく捉えられるよう、試料採取地点を見直しつつ、今年度も引き続き夏季の集中観測を実施し、データの取得に努める。

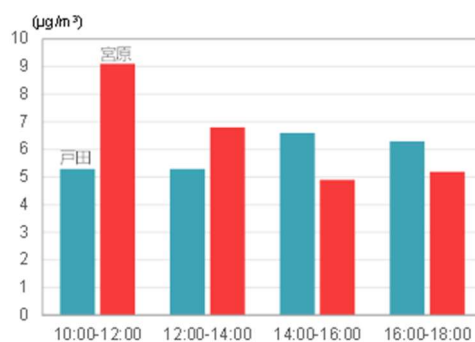


図1 戸田と宮原におけるトルエン濃度の変動(8/27)

[自主研究]

汚染物質の排出構造変化によるPM_{2.5}及びO₃への影響

長谷川就一 米持真一 佐坂公規 市川有二郎 村田浩太郎 米倉哲志

1 背景と目的

PM_{2.5}濃度は経年的に低下しつつあるが、越境汚染の減少が示唆される中、元々越境汚染の寄与が小さい関東地方では短期的な高濃度は引き続き発生している。また、光化学オキシダント(O_x; 大部分がO₃)の日中のピーク濃度の年平均は横ばいか漸減傾向にとどまっているが、前駆物質であるNO_xやVOCの排出量や大気中濃度は低下傾向である。一方、延期された夏季東京五輪が2021年に開催されたが、光化学スモッグの抑制が大きな課題となっていた。また、2020年に船舶排ガスに対するSO_x規制が強化された。そこで、本研究では、汚染物質の排出構造の変化によるPM_{2.5}及びO₃への影響を解明する。

2 方法

2.1 夏季のPM_{2.5}およびO₃に関する観測・解析

2019～2021年の7月下旬から8月上旬に、騎西(当センター)と戸田(戸田一般環境大気測定局)において観測を行った。PM_{2.5}については、24時間ごとのフィルター試料分析、1時間ごとの測定又はフィルター試料分析を行った。これらの観測データと常時監視データを用いて解析を行った。また、鴻巣における四季成分調査のデータも用いて経年的な解析を行った。O₃については、騎西におけるVOC成分(4時間ごとの瞬間値)の測定データと常時監視データを用いて解析を行った。

2.2 道路沿道におけるNO₂/NO_x比の解析

県内の自動車排出ガス測定局における常時監視データを基にNO₂/NO_x比を求めた。また、春日部増戸局において、O_xとO₃の1分間値を取得し、PO(=O₃+NO₂)の変動が小さくなるNO₂/NO_x比の最適解を1時間ごとに求めた(1分間値法)。

3 結果

3.1 夏季のPM_{2.5}およびO₃に関する観測・解析

(1)PM_{2.5} PM_{2.5}中のSO₄²⁻と前駆物質であるSO₂に着目した。観測期間中の騎西付近のSO₂は低く、2019～2021年で変化がほとんどなかったのに対して、臨海部と戸田付近では2020年は明確に低下し、2021年はさらに低下した。臨海部と戸田付近のSO₂濃度差(減少分)の一部から移流中に生成すると想定されるSO₄²⁻濃度を、酸化速度と反応時間を仮定して試算し、測定濃度と比較した(図1)。その結果、2019年の広域汚染や2020年の火山噴煙の影響があったと考えられる時期以外では、測定濃度と同程度となった。臨海部における7・8月のSO₂は2019年から2020年に低下しており、鴻巣におけるSO₄²⁻も、2021年は以前に比べてPM_{2.5}濃度に占める割合が低下していた。こうしたことから、県内の夏季PM_{2.5}中のSO₄²⁻は船舶

排ガスの規制強化により低減する傾向にあることが示唆される。

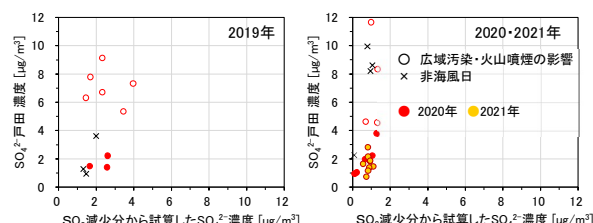


図1 2019年と2020・2021年の戸田におけるSO₂減少分から試算したSO₄²⁻推定濃度とSO₄²⁻測定濃度

(2)O₃ 2021年7月19日から五輪開催に伴う首都高速道路の通行規制が実施された。このときの自排局におけるNO_xを調べると、規制がなかった時期と比べて外環道・川口線・池袋線沿道では日平均値や1時間値の日最高値が顕著に低下していた。NMHCについては、NO_xよりも低下幅が小さいかむしろ上昇した場合もあった。7月17～25日は日射が十分にあり、O_xの日最高値は戸田で19、20、23日に100ppb超となっていた。19日は夜明け前から朝に騎西におけるVOC(アルカンや芳香族など)が比較的高かった。夜間から朝に騎西におけるVOCが高い傾向は2019年の観測でもみられていた。これが北寄りの風で県南部方面へ運ばれ、O_x生成の一因となっている可能性が考えられる。また、2021年は自動車からのNO_x排出の減少によるタイトレーションの低下も影響した可能性もある。

3.2 道路沿道におけるNO₂/NO_x比の解析

NO₂/NO_x比の経年的な傾向は全般的に上昇傾向であった。春日部増戸局におけるNO₂/NO_x比(図2)は、大型車の影響を強く受ける平日夜間から早朝に0.1～0.2、日中から夕方はそのより大きくなる傾向を示した。

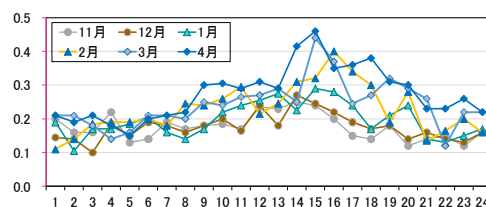


図2 春日部増戸局における平日のNO₂/NO_x比の経時変化

4 今後の研究方向

夏季のSO₄²⁻については、SO₄²⁻が広域汚染などの影響も受けるため、引き続き観測・解析を行い蓄積していく。また、自動車排ガスのNO₂/NO_x比については、II型共同研究による他地点の結果との比較なども含めて、解析と実態把握を進める。

[自主研究]

高時間分解測定に基づく短寿命BVOCの実態把握

市川有二郎 佐坂公規 米持真一 長谷川就一 村田浩太郎

1 背景と目的

埼玉県では、光化学オキシダント(Ox)の高濃度が原因で発令される光化学スモッグ注意報の発令日数が全国で最も多く、削減対策が喫緊の課題となっている。Oxはオゾン(O₃)を主成分とする大気における酸化性物質の総称であり、窒素酸化物(NO_x)と揮発性有機化合物(VOC)が太陽光(紫外線)の下で光化学反応を経て生成される。NO_xは主に燃料中や大気中の窒素が燃焼時に酸素と結合して生成され、自動車等の人為起源の影響が大きいと考えられている。一方、VOCは人為起源(AVOC)だけでなく植物起源(BVOC)の影響もあり、発生源や成分種が多岐に渡る。

VOCの成分種によって光化学反応性は異なり、反応性が高いVOCの大気寿命は数分～数時間と報告されている¹⁾。特にBVOCの多くは光化学活性が高く、Ox生成に大きく寄与していると考えられる²⁾。近年の研究例³⁾によると、東京都内ではVOC年間排出総量に対するBVOCの割合は4%と小さいものの、東京都内を含む関東地方からの排出の影響を強く受けており、植物からの排出とその季節依存性の実態解明が課題となっているが、これは東京都に隣接する埼玉県にも当てはまる。

本研究では、関東平野部と山林部の地域特性が異なる地点でBVOCに着目したフィールド観測からBVOCの地域別特徴を把握し、大気中での実態や植物からの排出に係る基礎的知見の集積を行い、Ox対策等に係る行政施策の検討に寄与することを目的とする。

2 方法

2.1 調査方法

本研究では、自作したタイマー式流路セクターに加熱脱着用捕集管(Camsco社、Air Toxics)を接続し、BVOCの日内変動を3時間の分解能で観測する。なお、定性・定量分析は、加熱脱着-GCMS法で実施する。また、O₃や環境要因(気温、風向風速など)に対するBVOC濃度との関係を確認するために、一般環境大気測定局で観測されているO₃や気象データ等との解析を行う。

調査物質については、国内外の既往研究のレビュー結果から、光化学活性が高く、本県で観測例の無いBVOCを含む11成分を調査対象に選定した(図1の凡例を参照)。

2.2 調査地点と調査時期

調査は、周辺の地域特性や環境の異なる環境科学国際C局(CESS局)と東秩父局で行う。CESS局は、関東平野中西部の埼玉県環境科学国際センター内にあり、近隣は宅地と田畑

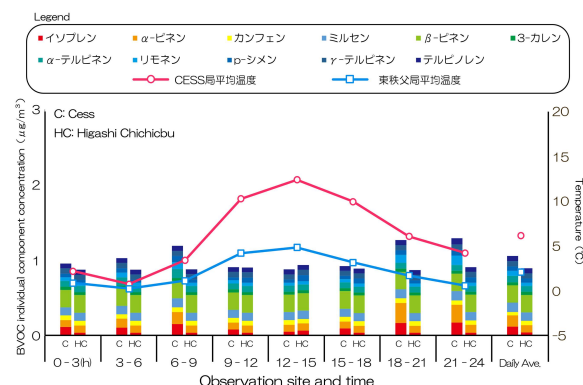


図1 CESS局と東秩父局におけるBVOC組成 (2021年12月～2022年3月 期間平均濃度)

に囲まれている。一方、東秩父局は、秩父盆地の東側山地の標高約850mに位置し、周辺は人為起源の少ない山林に覆われている。東秩父局はCESS局よりも相対的にBVOCの発生源が多いことが予想され、両地点の観測データの比較検証を通して、BVOCの地域別特徴を把握する。調査は、毎月複数回の観測を行い、BVOCの経時変動や季節依存性も確認する。

3 結果

- ①調査対象BVOC成分の一斉分析法を開発した。
- ②開発した分析法を検証するために、2021年11月にCESS局と当該測定局から約4km南西にある鴻巣局の双方で、BVOC成分の同時観測を計6日間実施し、良好に分析できることを確認した。
- ③本研究計画を前倒して実大気の観測を開始した。図1に2021年12月から2022年3月までの観測結果を示す。

4 今後の研究

引き続きCESS局と東秩父局でのフィールド観測を継続し、年間を通じた大気中BVOCの実態把握と植物からの排出に係る知見の集積に努める。

文献

- 1) Atkinson and Arey (2003) Atmospheric degradation of volatile organic compounds, Chemical Reviews, 103, 4605-4638.
- 2) Carter (2010) Updated maximum incremental reactivity scale and hydrocarbon bin reactivities for regulatory applications, California Air Resources Board Contract, 07-339.
- 3) 茶谷ら (2022) 東京都内におけるVOC個別成分濃度観測に基づく排出インベントリと大気質シミュレーションの検証、大気環境学会誌, 57, 35-52.

[自主研究]

埼玉県の水田における非灌漑期の利用形態が 土壌環境と水生生物に与える影響の研究

王効拳 安野翔 米倉哲志 角田裕志 三輪誠

1 背景と目的

水田は、生物多様性の高い農業生態系である。灌漑期には、多様な動植物の生息場所として機能する一方で、非灌漑期には巻貝や甲殻類といった水生生物が土壌中を越冬場所として利用している。

埼玉県では、小麦が主要農産物の1つであり、特に北部・利根地域では米の裏作として栽培される二毛作農業が盛んである。非灌漑期に麦を栽培すると、麦が土壌中の水分を吸収すること等により、土壌の水分等の土壌環境因子を変化させ、土壌中で越冬している水生生物の生存に影響することが考えられる。しかし、非灌漑期の土壌環境と土壌中で越冬する水生生物の関係については、これまで調査されてこなかった。

そこで本研究では、非灌漑期における単作水田と二毛作水田での土壌環境因子と土壌中で巻貝など等の水生生物の越冬状況を比較する。これにより、水田における生物多様性保全のための基礎的情報を得る。

2 地点と方法

2.1 野外調査

加須市内にある野外水田の調査地域において、稲収穫後と小麦種まきの間の非灌漑期に、二毛作水田2箇所(N1、N2)と単作水田4箇所(T1、T2、TH、TM)を調査した。各調査水田内にコドラート(方形枠:50cm×50cm)を9箇所設置し、コドラート内の土壌表層(深さ3cmまで)で越冬しているタニシ類の個体数を定量的に調査し、採集したタニシ類の殻高、殻径と重さを測った。また、各コドラートの土壌試料を採集し、土壌水分含有量等の性質を測定した。さらに、各調査水田の土壌容積含水率の経時変化をSMEC300センサーにより測定した。

2.2 生態園調査

生態園内の水田については、水稻収穫後に水田内をあぜ板で二毛作(A、C)と単作(B、D)の区間に分割した。各調査区においてコドラートを5箇所設置し、野外水田と同様に、タニシ類および土壌環境の調査を行った。

3 結果と考察

各調査水田におけるタニシ類の生息状況、特徴及び土壌の性質は表1に示す。野外水田において、N1とT1以外に、すべての調査水田にタニシ類の生息が確認された。N2にヒメタニシとマルタニシ(環境省レッドリスト2020:絶滅危惧II類)、T2とTHにヒメタニシ、TMにマルタニシの生息がそれぞれ確認さ

れた。また、TMとTHでの生息個体密度はそれぞれ平均で16.9と12.4個体/m²であり、他の調査水田より高かった。マルタニシの平均殻高はそれぞれ19.6mm(TM)と18.2mm(N2)であり、ヒメタニシの平均殻高は16.9~17.6mmであった。

生態園の水田においては、平均密度は39.2~59.2個体/m²であり、野外の水田に比べ著しく高かったが、体サイズはやや小さい傾向が認められた。

土壌環境については、野外水田は酸性であり(pH:5.2~5.4)、pHとECはほとんど差がなかった。しかし、タニシ類の個体密度が高いTHとTMの土壌含水量は他の水田より顕著に高かった(表1、図1)。これにより、土壌水分はタニシ類の生息への影響が大きいと考えられる。生態園の土壌は概ね中性であり、pHとECは野外水田より高かった(表1)。これは野外水田と生態園水田における施肥の違いによるものと推察される。

表1 各水田のタニシ類の出現状況と土壌の性質

調査地	利用類型	タニシ類				土壌環境		
		密度 (個体/m ²)	殻高 (mm)	殻径 (mm)	重さ (g)	水分量 (%)	pH	EC (mS/M)
野外	N1	0	-	-	-	26.1	5.2	25.8
	T1	0	-	-	-	28.3	5.3	23.8
	N2	1.6	17.5	12.8	1.23	27.5	5.4	28.9
	T2	1.2*	18.2*	14.2*	1.64*	29.3	5.2	28.5
	TH	12.4	16.9	12.5	1.39	37.7	5.2	29.8
	TM	16.9*	19.9*	15.6*	2.37*	39.6	5.2	28.8
生態園	A	41.6	16.2	11.6	0.91	43.2	7.3	47.6
	B	39.2	15.7	11.4	0.92	43.5	7.5	52.3
	C	59.2	16.3	11.7	1.01	42.9	7.4	51.0
	D	52.8	16.2	11.7	1.03	44.4	7.5	48.7

*はマルタニシ、それ以外はヒメタニシを意味する。

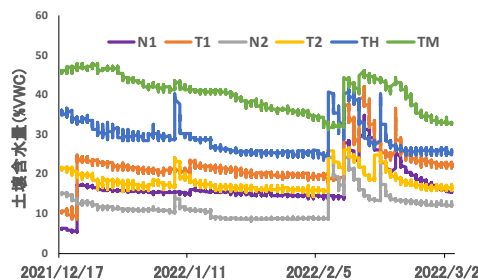


図1 野外水田における土壌(深さ5cm)の水分量の経時変化

4 今後の研究方向

野外水田については、マルタニシが確認された水田を重点的に調査・解析する。また、調査地点の変更により前年と同様の調査を行う。

生態園の単作水田区と二毛作水田区における土壌環境と越冬水生生物の生息状況を継続的に調査する。

[自主研究]

埼玉県の主要水稲に対するオゾン影響の軽減策に関する研究

米倉哲志 王効拳 角田祐志 安野翔 三輪誠
 大戸敦也 宗方淳 荒川誠(埼玉県農業技術研究センター)

1 背景と目的

光化学オキシダントは、我が国において環境基準がほとんど達成できていない大気汚染物質である。この光化学オキシダントの大部分を占めるオゾンは、植物に対しても様々な悪影響を及ぼす。そのため、オゾン濃度上昇が我が国の農作物に及ぼす悪影響を検討するとともに、そのオゾン影響の軽減に取り組む必要がある。埼玉県は、国内でもオゾン濃度が非常に高くなりやすい地域であり、一層の取り組みが求められる。

本研究は、埼玉県の主要水稲品種コシヒカリの収量に対するオゾン影響の軽減策を検討する。オゾン影響の軽減に対する取り組みは、様々考えられるが、オゾン回避策を検討するため、水稲の生育期間中のどの時期のオゾン暴露が収量低下に大きく影響するか検討する一環として、異なる生育時期(栄養成長期～生殖成長期(出穂期～登熟期)でのオゾン暴露が水稲の収量に及ぼす影響について調べた。

2 材料と方法

埼玉県の主要品種であるコシヒカリを対象として、オゾン濃度条件を変えられるガラス温室型オゾン曝露チャンバーを用いたオゾン曝露実験を実施した。

オゾン処理は、オゾン除去した浄化空気を導入した浄化空気区、野外の空気をそのまま導入した野外区、野外の空気のオゾン濃度の1.5倍になるようにオゾンを添加した×1.5オゾン区の3処理区で実施した。

実験処理区は、コシヒカリの育成期間を栄養成長期(出穂前60日間)、移行期(出穂前後の21日間)、生殖成長期(出穂以降の登熟期42日間)に分け、①全期間浄化区、②全期間野外区、③全期間×1.5オゾン区、④栄養成長期のみ野外区、⑤栄養成長期のみ×1.5オゾン区、⑥移行期のみ野外区、⑦

移行期のみ×1.5オゾン区、⑧生殖成長期のみ野外区、⑨生殖成長期のみ×1.5オゾン区の計9処理区を設けた。

2021年5月上旬に播種を行い、6月上旬にプラスチック製ポット(容積6L)に黒ボク土を詰め、基肥一発肥料を20kgN/10a相当を施肥し、3個体ずつ移植し、各処理区で4ポット12個体に処理を行った。育成期間終了時(9月上旬)において、収量および収量構成要素を測定した。

3 結果と考察

時期別のオゾンが水稲(コシヒカリ)の収量に及ぼす影響について検討を行った。図1に収量を、図2に40ppb以上のオゾンの積算値(AOT40)と全期間浄化空気区を100とした時の相対収量との関係を示した。収量は、暴露時期に関係なくオゾンによる低下が認められ、オゾンの積算暴露量の増加に伴って収量が減少していた。そのオゾンによる収量低下程度はオゾン曝露を行った時期によって異なっており、移行期(出穂前後約20日間)において単位AOT40当たりの収量低下率が高かった。すなわち、この時期は水稲収量に対するオゾン感受性が高い時期であると推察された。

本オゾン曝露試験と今まで実施してきたオゾン曝露試験を総合的に検討した結果、収量に対するオゾン感受性は、出穂前後の移行期>栄養成長期>生殖成長期(登熟期)の順に高かったが、収量低下はオゾンに曝される期間が長い栄養成長期の影響を大きく受けていることが明らかになった。

これらのことより、水稲収量に対するオゾン影響の軽減の方策の一つとして、栄養成長期、特に出穂の時期において高濃度のオゾンに曝されないような策を講じることが効果的であると考えられた。

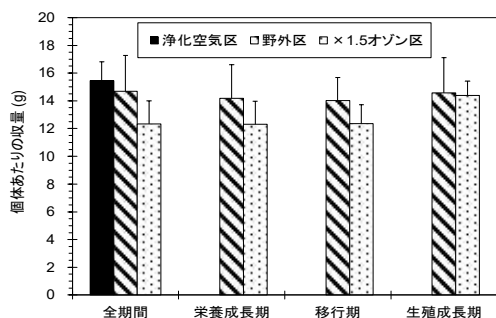


図1 異なる時期のオゾン曝露が水稲の収量に及ぼす影響 (図中のバーは標準偏差を示している)

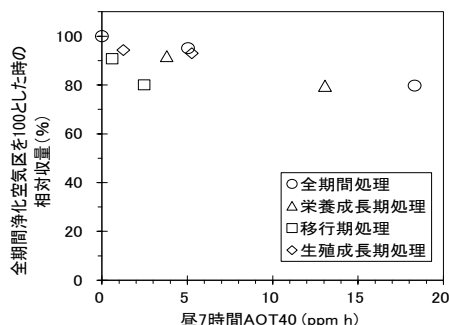


図2 水稲の相対収量とオゾンの積算値AOT40との関係

[自主研究]

埼玉県における野生動植物の分布情報の収集・解析と 保安全管理策の検討

角田裕志 安野翔 三輪誠 米倉哲志 王効拳

1 目的

埼玉県では、侵略的外来生物の侵入や鳥獣の増加が、県内の生物多様性や生態系に影響を及ぼしつつある。県には、できる限りこれらの影響を抑制することが求められている。

本研究では、県内の生物多様性に関する基本情報の現況把握と現行の対応策の評価等を通じて、野生動植物種のより効果的な保安全管理策の提案を目的とする。具体的には、県内において侵略性の著しい外来生物や個体数増加の著しい鳥獣類等について、分布状況等の情報を収集・解析するとともに、それらの影響を抑制するための方法を提案する。

3年間の研究期間において、①近年県民からの目撃・相談が増えている特定外来生物マスカラット (*Ondatra zibethicus*) の分布情報の収集・整理、②県内の都市河川に侵入した特定外来生物コクチバス (*Micropterus dolomieu*) による在来生物への影響評価と防除策の検討、③大型動物の市街地等への出没状況に関する情報収集・整理などの課題に取り組んだ。今回は主に③について報告する。

2 方法

2.1 データ収集

2019年から2022年2月までに環境管理事務所や県民からニホンジカ (*Cervus nippon*) とイノシシ (*Sus scrofa*) の出没情報が寄せられた場合に、動物種、住所、年月日等をデータベースとして整理した。また自治体からの防犯情報の登録・公開ウェブサイト¹⁾から埼玉県内のニホンジカとイノシシの出没情報を抽出し、上記と同様にデータベースとして整理した。上記のウェブサイトから得た住所の情報(多くは町丁目・大字)については、地図アプリからジオコーディングを行い、中心地点の緯度経度情報を取得した。

2.2 地理情報の整理

ニホンジカおよびイノシシの出没地点と既存の分布域とを比較するために、地理情報システムのフリーソフトウェアであるQGIS²⁾を用いて各動物種の出没地点、埼玉県第二種特定鳥獣管理計画³⁾に基づく過去の分布情報(5kmメッシュ単位)と計画対象自治体、動物の移動経路となりうる河川⁴⁾のデータを統合し、ニホンジカとイノシシの出没状況マップを作製した。分布情報と計画対象自治体は各動物種の計画内の掲載図を参考にQGISで作成し、河川については国土地理情報ダウンロードサービス⁵⁾の公開データを用いた。

3 結果と今後の研究展開

2016年から2021年までにイノシシ計164件(図1)、ニホンジカ計20件の出没情報を確認した。イノシシについては、特定鳥獣管理計画の対象となっていない自治体や過去の分布情報がない平野部や市街地における出没事例を多数確認し、県南部の人口密集地や県東部の水田地帯に出没していた。一方、ニホンジカについては、例数は少ないが県西部から中央部の平野部において出没事例を確認した。

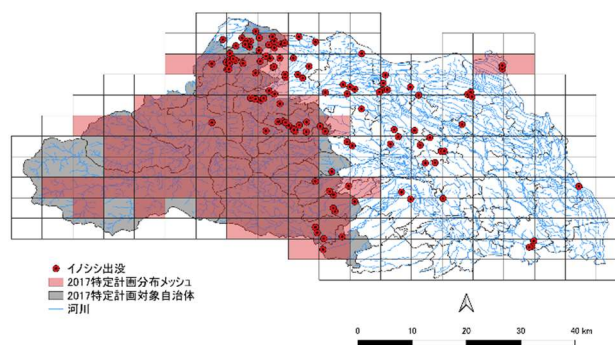


図1 県内の市街地等におけるイノシシ出没状況

イノシシやニホンジカといった大型獣が市街地に出没した場合には人身傷害事故や交通事故、人獣共通感染症などの問題につながる可能性がある⁴⁾。本研究で構築したデータベースを活用し、生息分布モデルやシミュレーションモデルを応用することによって、大型動物の侵入経路の特定や出没リスク評価などへの発展が期待できる。

4 謝辞

情報をお寄せいただいた環境管理事務所の担当者および県民の皆様に対してここに記して謝意を表す。

文献

- 1) ガッコム安全ナビ, <https://www.gaccom.jp/> (2022年3月7日確認)
- 2) QGIS, <https://qgis.org/ja/site/> (2022年2月24日確認)
- 3) 埼玉県第二種特定鳥獣管理計画(イノシシ・ニホンジカ), <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0508/tyouzyu/tokutei.html> (2022年2月24日確認)
- 4) 羽澄 (2020) けものが街にやってくる. 地人書館, 東京.
- 5) 国土数値情報ダウンロードサービス, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (2022年2月24日確認)

[自主研究]

埼玉県の水田地帯における水生動植物の生息状況に関する 基礎的調査研究

安野翔 角田裕志 米倉哲志 王効拳 三輪誠

1 目的

水田は、埼玉県の総面積の約11%を占めており¹⁾、本県の代表的な景観の一つである。水田は、湿地性動植物の代替生息地として機能し、多数の絶滅危惧種の生息・生育地となっている。しかし、圃場整備や農薬使用等の人為的影響により、生息・生育環境の劣化が進んでいる。水田生態系を効果的に保全するためには、県内の水田地帯における希少生物の生息情報の収集が求められる。

本県の水田地帯では、水稻品種や農法の違いにより、田植え時期が5月から7月まで及ぶ。県北部や利根地域では、田植え時期の異なる水田がモザイク状に分布することも珍しくない。田植え時期が異なれば、種ごとの生活史の違いを反映して、田面水中に異なる生物群集が形成され、結果として地域レベルでの種多様性向上に寄与すると予想される。

本研究では、県内の水田地帯における希少動植物の生息状況を把握するとともに、田植え時期の違いが水生動物群集に及ぼす影響を明らかにする。

2 方法

2.1 水田地帯における水生植物の生育状況調査

県内の水田地帯において、絶滅危惧種を中心とする水生植物の分布状況を調査した。水田とその周辺の農業用水路やため池においても調査を行った。特に水域の環境指標性が高いトリゲモ類と車軸藻類の調査を重点的に行った。深底部の状況の把握が難しい溜池においては、アンカー型採集器を用いて水生植物の採集を行った。

2.2 田植え時期の違いが水生動物群集に及ぼす影響

たも網を用いて水田内の水生動物を定量的に採集し、田植え時期や単作、二毛作といった水田のタイプごとの水生動物群集の関係を調査した。昨年度と同様に加須市内の種足地区および志多見地区にて調査を行った。同一地区内の調査水田では、使用農薬や肥料等の条件は同じである。いずれの



図1 生育が確認された希少な水生植物(左:シャジクモ、中央:ミルフラスコモ、右:サガミトリゲモ)

水田においても、田植えから起算して2、4週後、中干し直前(5~6週後)の計3回ずつ調査を行った。採集した水生動物の種個体数を集計し、田植え時期、地域間による水生動物の群集構造の違いについてPERMANOVAによる検定を行った。

3 結果

3.1 水田地帯における水生植物の生育状況

県内の水田とその周辺環境において、絶滅危惧種となっている水生植物の生育状況調査を行ったところ、合計39地点、22種の生育を確認した。昨年度に県内で初めて確認されたミルフラスコモは、さいたま市岩槻区、羽生市、行田市の水田においても確認された。埼玉県レッドデータブック²⁾において絶滅危惧I類に指定されているニッポンフラスコモについては、日高市および飯能市の谷津田跡地で継続して生育を確認し、飯能市内の湧水が流れ込む農業用水路では新たに生育を確認した。横瀬町および羽生市の水田では、県内での記録に限られるサガミトリゲモの生育を新たに確認した。

3.2 田植え時期の違いが水生動物群集に及ぼす影響

2年間の調査を通じて、合計55分類群の水生動物を採集した。水田間の群集構造の違いを解析したところ、田植え時期、地域間で統計的に有意な差が認められた(PERMANOVA, $p < 0.001$)。アキアカネの幼虫およびトウキョウダルマガエル(準絶滅危惧1型)³⁾の幼生は、5月植えの水田で特徴的に出現した。一方、二毛作水田では極めて多数のユスリカ幼虫が採集され、それを捕食する水生昆虫の分類群数と個体数も多い傾向が見られた。

4 今後の予定

水生植物については、生育地が著しく減少している車軸藻類とトリゲモ類を中心に調査を行っていく。特に、丘陵地の溜池において車軸藻類生育の情報が得られており、現地での生育状況確認と種同定を行う。田面水中の水生動物については、今年度と同様の調査を継続し、調査地点数を増やすことで、上記の結果がより一般性を持つものか検証していく。

文献

- 1) 埼玉県 (2017) 2017年埼玉の食料・農林業・農山村
- 2) 埼玉県 (2011) 埼玉県レッドデータブック植物編2011
- 3) 埼玉県 (2018) 埼玉県レッドデータブック動物編2018

[自主研究]

埋立廃棄物の受動的な空気流入による安定化促進実験

長森正尚 川崎幹生 長谷隆仁 磯部友護 鈴木和将

1 目的及び方法

最終処分場に埋め立てられた廃棄物は、雨水浸透による有機物の分解や浸出水への化学物質の洗い出しにより徐々に安定化する。焼却灰等の無機性廃棄物の埋立割合が多い日本でも、層内が嫌気性状態であることも珍しくない。空気の侵入を増加できれば、好気性分解の促進により埋立廃棄物が短期間で安定化する可能性がある。そこで、準好気性埋立構造を持つ管理型最終処分場の第1及び第2廃棄物層の上部にあたる中間覆土を砕石に変えて、発生ガス、保有水、温度をモニターした。具体的には、単粒砕石(S40)を2つのガス抜き管の間の全長31m、幅1.5m、深さ0.5mに敷き、その中央に直径200mmの有孔管を設置した(砕石区)。そのままの区画を対照区とした。また、保有水及び発生ガスを採取するため、各廃棄物層のほぼ中央に浸透水栓(直径200mm)を2個ずつ設置した。なお、第1砕石層を2018年7月に、第2砕石層を2020年5月に施工した。

2 結果

降雨の廃棄物層への浸出係数は、砕石区6%、対照区39%で、砕石区の雨水浸透が極端に少なかった。保有水質及びガス濃度の経月変化を図に示す。

砕石区の第1廃棄物層については、2019年11月以降は有機炭素が10mM/L未満であること、ガス組成が外気とほぼ近いことから、埋立廃棄物の安定化が顕著であった。対照区の第1廃棄物層は、徐々に好気的な雰囲気に移行していた。

埋立廃棄物に含まれる化学物質の洗い出しについて、移動し易い塩類をモニターしたところ、塩化物イオンの第2廃棄物層から第1廃棄物層への移動も完了しておらず、カルシウムイオンに至っては移動の傾向もみられなかった。

他方、両区画とも第2廃棄物層内に酸素がほとんどなく、多雨期にメタンガスが発生していた。また、二酸化炭素ガスは低濃度であったが(未図示)、浸透水が弱アルカリであったことから層内に溶解あるいは固定化されたと推察できた。このことから、有機物の微生物分解の様子を実ガス組成で判断できない部分がある。そこで、発生ガスに含まれないアルゴンに注目し、その濃度から有機物の分解過程を解析したところ、嫌気性発酵の割合が砕石層の方が僅かに小さいことが分かった。また、脱窒反応は、実験開始当初に活発なことが判明し、砕石区の方が上回っていた。すなわち、層内に長期にわたり残存する傾向のある窒素分が、砕石層を設けることにより早めに分解・除去できる可能性が示唆された。

3 まとめ

好気性分解の促進を目的として砕石層を設置した実証実験を実施したところ、準好気性埋立の第1層では、直下の集排水管が空気の侵入を容易にし、さらに砕石層が廃棄物層への空気侵入を補助する効果があった。砕石層により有機物の分解が促進されることが分かったが、埋立工法の確立には雨水の制御などの課題が残った。

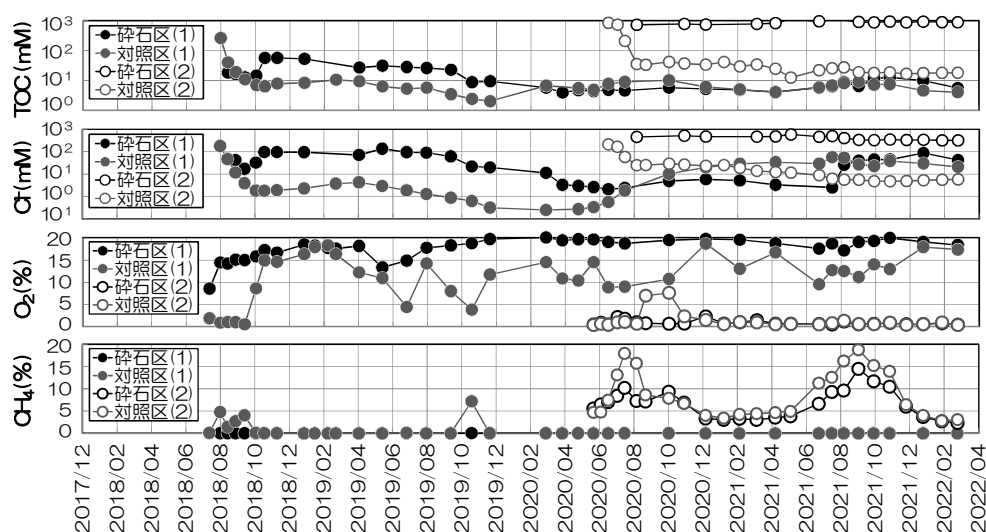


図1 保有水質及びガス濃度の経月変化

[自主研究]

石綿含有建材目視判定法の評価

川崎幹生

1 はじめに

厚生労働省人口動態統計¹⁾によると、2020年の中皮腫による死亡者数は、初めて1600人を超えた。統計開始(1979年)以降、累計で30,287人である。中皮腫は石綿吸引により発症する疾病とされ、閾値が無く、かつ、発症までに長期間、30～40年程度を要することが知られている。2006年9月に、新たな石綿製品の製造、輸入、譲渡、提供、使用等の全てが禁止されたが、使用中の石綿に関しては適用されない。そのため、石綿廃棄物の適正処理対策や工事等に伴う石綿飛散防止対策はより良い未来を築くために今、実施する必要がある。

2020年11月には大気汚染防止法が改正され、これまで飛散性が相対的に低いため規制対象ではなかった石綿含有建材についても、不適切な除去作業を行えば石綿が飛散する恐れがあるため、特定建築材料として、規制対象に追加された。石綿含有建材は、吹付け石綿や石綿含有断熱材等と比べ、飛散性が低いこと、及び、使用されている建材量が膨大であるため、作業実施の届出対象ではないため、今後、解体作業現場では、石綿含有建材に係る事前調査、作業基準、及び廃棄物の適正処理処分が遵守されるように注意する必要がある。

資源循環・廃棄物担当では解体等作業現場で、建材中の石綿含有の有無を把握するために、ルーペ等を使用した石綿含有の簡易判定方法について研究してきた。本研究では、人間が建材中の石綿繊維の有無を判定するときに、どのような特徴に注目するのか、判定因子を明らかにすることによって、石綿含有目視判定法を石綿繊維の簡易判定法として再評価するとともに、石綿含有建材の簡易判定方法を行政職員等の石綿研修用コンテンツとして使用し、石綿に係る行政職員等の石綿建材判定技術の向上を支援するための検討を行った。

2 方法

2.1 石綿含有建材目視判定テスト用検体の準備

テスト用検体はこれまでの調査等で採取された建材片等の中から、適度な大きさのもの(3～20g)を選択し、検体毎に小袋に入れ、10検体で1式とした。各検体の石綿含有の有無はデジタル顕微鏡を使った観察及び携帯型アスベストアナライザー(Thermo Fisher Scientific社製)で確認した。

2.2 建材片カルテ(調書)の作成

各検体の表裏、上下を決め、表裏面及び上下左右側面の写真撮影を実施した。次に、USBデジタル顕微鏡を用いて各検体の表面の細部撮影を行った。表裏、四方側面及び細部の写真をカルテに示した。石綿繊維の大きさはデジタル顕微

鏡の焦点距離固定モード(高倍率撮影)を行い縮尺から石綿繊維束の大きさを求めた。また、各検体の特徴観察し、カルテを作成した(図1)。

2.3 目視判定テスト

目視判定テストは、4回、3か所で74名に実施した。判定テストは、テスト用検体1式に対して、ルーペを使い、15～20分間で行った。

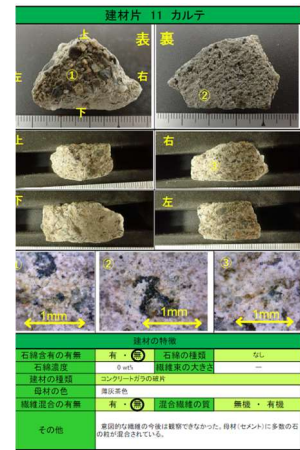


図1 建材片カルテ

3 結果と考察

3.1 誤判定の要因

各検体の誤判定率と石綿濃度との関係を図2に示した。検体毎に判定者数は異なっている。図を見ると誤判定率と石綿濃度との間には相関が無く、含有建材の誤判定には他の要因も重なっていることが示唆された。繊維束の大きさの要因をみると、繊維束の幅が概ね0.5mmより細く、かつ、長さが1mm程度より短い繊維束が多いことが分かった。

一方、無石綿建材を石綿含有建材と誤判定する要因は、①ガラス繊維入りFRP、②ごくわずかな繊維が混入しているセメント板、③繊維の形状質が見えづらいケイ酸カルシウム板、④傷が繊維に見える化粧板、⑤白い粒が混入しているセメント板であった。

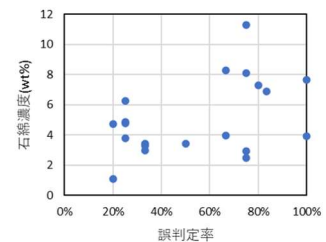


図2 誤判定率と石綿濃度

4 現場へのフィードバック

誤判定の要因を考慮すると、高倍率(80～100倍)のデジタル顕微鏡、及びガラス繊維や無機繊維の確認に使うトーチを使用することによって、誤判定の確率を下げる事が可能であり、今後の講習及び現場判定にフィードバックする。

文献

- 1) 厚生労働省,都道府県別にみた中皮腫による死亡数の年次推移, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/chuuhisyu20/index.html>

[自主研究]

廃棄物最終処分場の雨水排除対策効果についての調査研究

長谷隆仁

1 目的

一般廃棄物の最終処分場などでは、通常降雨が埋立地内部に浸透し、埋立地内の廃棄物から溶出した汚濁物質等を含む浸出水が発生する(図1)。こうした施設では発生した浸出水の処理が必要となるが、維持管理の長期化により、浸出水処理のライフサイクルコスト増大が懸念される。浸出水削減には雨水排除が重要なことから、覆土やシート敷設等キャッピング等の研究も行われてきた。

一方、閉鎖後埋立地では太陽光発電の導入など跡地利用の多様化が進んでいるが、跡地利用地における雨水排除の実態は明らかではない。

そこで、本研究では、廃棄物埋立地跡地利用地を中心に、雨水排除効果の実態調査を行う。また、従来の削減対策以外に跡地利用に応じた雨水排除対策についても検討を行うこととした。

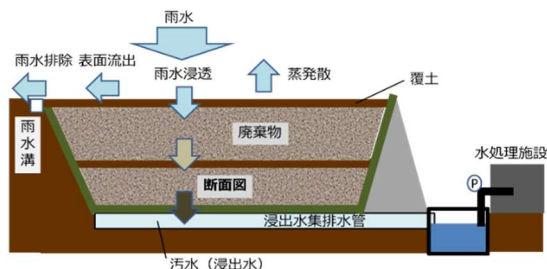


図1 廃棄物最終処分場の構造の一例と水収支

2 方法

跡地利用のない埋立地・跡地利用を行っている埋立地(太陽光発電施設や、運動場、駐車場)を有する県内処分場において雨水排除実態把握のための実観測を行った。まず、対照として、跡地利用例として駐車場利用した埋立地終了地の観測を行った。当該埋立地は運営上の理由からアスファルト全面舗装を行い駐車場に供するまで一年以上を半面舗装した状態が継続した。対照として跡地利用されていない埋立地の観測も行った。

雨水排除実態把握のための観測としては、①降雨強度等にどのように反応して表面流が発生するかを調べるために、雨水排除用の雨水溝に水位計設置、②埋立地内に畔板で囲んだ表面流観測用区画を作成し、表流量の観測、③模擬降雨による表面流発生実験、④浸出水量の観測を、埋立地の状況に応じて選択して実施した。跡地利用のない埋立地では①②③を、駐車場跡地では①を全面舗装後、④を全面舗装の前後約2年間行った。

3 結果

図2上には跡地利用のない埋立地における、降雨イベント時の雨水枡・雨水溝の水位変化の一例を示す。この例では、15mm/hの降雨があった場合は水位上昇がみられた。図2下には水位が最高となった時点での累積雨量との関係を示した。20mmを超えるとほとんどの例で水位上昇がある。表面流の発生条件の指標としては時間雨量と累積雨量は有効であると考えられる。

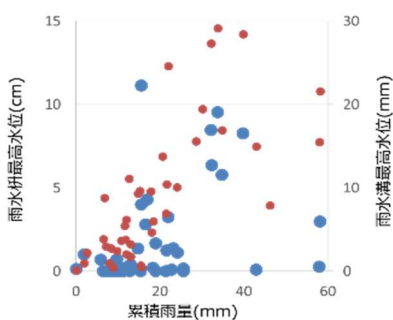
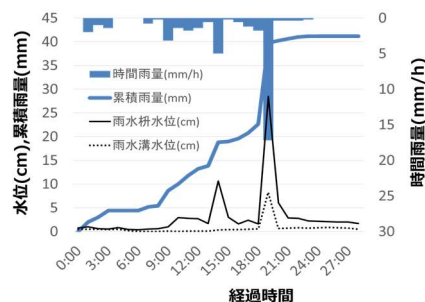


図2 浸出水削減取組の実施例と効果について

アスファルト舗装による雨水溝の水位上昇は、低い時間雨量で水位の上昇がみられた。同時に、雨量の増減に対して時間遅れがない。土壌に比較して、表面への滞留・貯留がなく、浸透能も低いいため、即応的な反応を示すと考えられる。

4 まとめ

浸透能は、降雨の時間経過により最終浸透能に至るまで減少していく。一定の降雨強度を超えると浸透能が高くても表流水が発生する。降雨強度が低くても降雨が長時間継続する浸透能が低下して、ある程度の累積雨量では表流水が発生する。次年度は、他の跡地利用例での観測も行いつつ、観測事例を増やし、表流水の発生条件の指標としての浸透能、降雨強度、累積雨量などの観点から解析を進め、跡地利用・跡地未利用の埋立地の雨水排除特性の評価を検討する。

[自主研究]

石膏粉の地盤工学的有効利用に関する研究

鈴木和将 磯部友護 長谷隆仁 川寄幹生 長森正尚

1 目的

我が国の廃石膏ボード排出量は、年間119万トン(平成28年度実績、新築系:54万トン、解体系:65万トン)であり、そのうち約3割程度が最終処分場への埋立と推計される¹⁾。また、石膏ボード工業会の推計²⁾によれば、新築系廃石膏ボードの排出量は、将来的にはほぼ変わらないものの、解体系の排出量が右肩上がりに増加し、新築系・解体系をあわせた排出量は、2032年に200万トンを超え、2068年頃まで増大し続けるとされている。このまま今のリサイクル能力が変わらなるとすれば、近い将来、多量の廃石膏ボードが最終処分場へ埋立てられることが容易に予想される。そのため、廃石膏ボードを処理した再生石膏粉の再資源化を推進し、最終処分量を減らす必要がある。再生石膏粉の大口用途として、土木・建築分野における固化材等の利用が期待されるが、硫化水素ガス発生、フッ素溶出等の環境安全性の問題等で、現状、有効利用が思うように進んでいない。そこで本研究では、石膏粉の有効利用の促進を目的とし、固化材として利用する場合の硫化水素ガス発生評価試験方法の構築を行う。今年度は、硫化水素抑制資材の探索を行うとともに、再生石膏粉の土木利用を想定し、土壌混合物の硫化水素ガス発生ポテンシャル試験を実施した。

2 方法

2.1 試料

硫化水素ガス発生試験に供した再生石膏粉は、廃石膏ボードリサイクル施設から採取したものを用い、硫化水素ガス発生抑制材料としてベンガラ(有限会社シマモト)、イエローオーカー<天然黄土>(ホルベイン工業株式会社)、鋳鉄管のグラインダーダスト及びリモニド(日本リモナイト株式会社)を試験に供した。さらに、土木利用を想定した改質対象土試料は、青粘土(低塑性粘土)及び笠岡粘土(中塑性粘土)を用いた。

2.2 実験方法

植本試験では、500mLねじ口瓶に再生石膏粉試料を50g入れ、液固比(L/S比)で5となるよう、250g脱気水を加えた。さらに、試料中に含まれる気泡抜き及びヘッドスペース部分の窒素ガス置換の目的で、純窒素ガスの吹込みを行った。ガスの吹込み後、コックを閉じ、本実験装置を40℃に設定した恒温槽(恒温槽内実測温度35℃)に入れ所定の日数養生し、発生したガスの硫化水素濃度は、検知管法により、(株)ガステック製検知管及びガス採取器を用いて測定を行った。

3 結果

3.1 硫化水素ガス抑制剤の探索

硫化水素ガス発生試験を行った結果、抑制剤として、リモニド、グラインダーダストなどの鉄系資材に硫化水素ガス抑制効果が認められた。さらに、抑制資材に対しX線回折分析を実施した結果、抑制効果の高かったリモニド、グラインダーダストは、アモルファス(非晶質)成分を表すブロードなハローパターンを示した。また、ピークからは、グラインダーダストは、Magnetite (Fe₃O₄)、リモニドはGoethite (FeO(OH))の鉄化学形態が推定された。これらの結果により、鉄非晶質体の硫化物捕捉効果が大きい可能性が示唆された。

3.2 土壌と再生石膏粉の混合時の硫化水素ガス発生

再生石膏粉と土壌との混合時における硫化水素ガス発生ポテンシャルを調べるため、土壌試料(青粘土又は笠岡粘土)に再生石膏粉を質量比10%又は20%配合した試料を用い硫化水素ガス発生試験を行った。また、土壌試料の比較対象として、試薬の二酸化ケイ素(関東化学株式会社)に再生石膏粉を配合した試料を用いた。

結果を図1に示す。青粘土及び笠岡粘土の混合試料では、二酸化ケイ素混合系と比較して、硫化水素ガス濃度は低い値で抑えられていた。これは、土壌による硫酸イオンの吸着や土壌緩衝能等の影響により硫酸塩還元菌の働きが抑制されたものと考えられ、土壌との混合時には硫化水素ガスの発生が抑えられる可能性が示唆された。

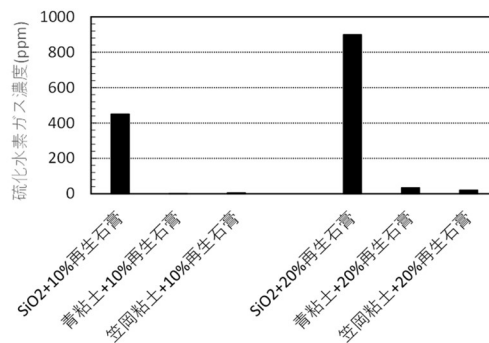


図1 土壌混合材料の硫化水素ガス発生ポテンシャル

文献

- 1) 国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター:再生石膏粉の有効利用ガイドライン(第一版)、<https://www-cycle.nies.go.jp/jp/report/gypsumpowder.html> (2019)
- 2) 一般社団法人石膏ボード工業会:石膏ボードハンドブック環境編、http://www.gypsumboard-a.or.jp/pdf/Environment_P199-212.pdf (2016)

[自主研究]

漏洩事故を想定した有害化学物質のスクリーニング分析法の開発

大塚宜寿 菱毛康太郎 堀井勇一 竹峰秀祐 野村篤朗 渡辺洋一

1 目的

工場・事業場で取り扱われる有害化学物質が、災害や事故によって水環境へ大量に流出した場合、ヒトに対する健康被害や生態系への悪影響が懸念される。近年、化学物質排出把握管理促進法(化管法)や埼玉県生活環境保全条例により、一定規模以上の事業場における有害化学物質の排出・移動量や取扱量が把握できるようになった。そのため、事故等によって漏洩する化学物質の種類、量はある程度予想できるが、これら化学物質の多くは、分析の公定法が確立されておらず、漏洩時のリスク評価が困難である。また、緊急時に効率的にリスクを把握し、対策につなげるためには、様々な物質を一斉かつ迅速に分析することが求められる。本研究では、化学物質の漏洩事故等を想定し、県内でリスクが高いと考えられる化管法の対象物質について、物性に応じて系統化した迅速スクリーニング分析法を検討する。また、物質の同定率を向上させるデータ解析手法についても併せて検討する。

2 方法

埼玉県内においてリスクが高い化合物について分析法を検討する。なお、化管法の対象には、有機化合物だけでなく、金属元素およびその化合物もあり、それらにも対応できるスクリーニング分析法を整備する。

過去の分析例や物性等から適当と考えられる分析機器で分析法の検討を行う。分析機器は、ヘッドスペースGC/MS、GC/MS、LC/QTOFMS、ICP/MSを用いることを想定し、自動同定・半定量できるデータベースを整える。なお、スクリーニング分析が不可能な物質(誘導体化が必要な物質)は、個別分析法の情報収集に努める。

加えて、環境試料のGC/MSやLC/QTOFMS測定データから、非負値行列因子分解(NMF)という多変量解析手法を用いて、自動でピークを検出してスペクトルを取得し、ライブラリ検索を行って物質の同定率を向上させるデータ解析方法についても検討する。

3 結果

3.1 検討物質の選定

PRTR制度の462物質について、ヒトおよび水生生物の毒性と県内の取扱量を掛け合わせてリスクの大きさとし、順位を算出した。ヒトへのリスク上位100物質と水生生物のリスクの上位100物質から重複する物質を整理し、約150物質を分析法の検討対象物質とした。

3.2 分析機器の選択

検討対象物質について過去の分析例(環境省化学物質環境実態調査で開発した分析法および公定法等)や物性(Log Pow, pKa)、分子構造から測定機器候補を選定した。金属およびその化合物はICP/MSで金属元素として測定することとした。

3.3 標準試薬調製

検討対象物質の内、70物質を購入し、最適と考えらえる溶媒で溶解もしくは希釈し、標準試薬を調製した。

3.4 自動定量データベースシステムの検討

自動定量データベースシステム(AIQS-GC、AIQS-LC)について今回想定しているスクリーニング分析法への利用可能性について検討した。調製した標準物質の中でAIQS-GC、AIQS-LCに登録されている物質について、その定量性について確認し、問題ないこと(調製濃度と定量値の乖離が50~150%)を確認した。

3.5 NMFの検討結果

NMFは、対象とするデータに含まれる物質を指定する必要がある。物質数を1から順に増加させてNMFを行い、情報量基準を用いることで物質数を決定できることがわかった。

4 今後の研究計画

令和4~5年度:

- ① 80物質程度の標準試薬を購入し、標準液を調製する。
- ② 標準品を分析し、検量線等のデータを収集し、データベース化する。
- ③ 引き続き自動定量データベースシステム(AIQS-LC、AIQS-GC)の利用可能性について検討する。また、AIQS-LC、AIQS-GCの精度管理事業に参加する。
- ④ 前処理法の検討を行う。
- ⑤ NMFを用いた解析手法を検討する。

令和5~6年度:

- ⑥ 河川で調査を実施し平常時の濃度を把握する。
- ⑦ NMFを用いた解析手法を実試料に適用する。
- ⑧ 分析マニュアルを作成する。

[自主研究]

人工化学物質をトレーサーとして用いた地下水の 汚染源特定に関する基礎研究

竹峰秀祐 見島伊織 大塚宜寿 堀井勇一 蓑毛康太郎 野村篤朗 茂木守

1 目的

「水循環基本法」や「水循環基本計画」が策定され、水循環の視点において地下水挙動を把握した上で持続可能な地下水の保全と利用を図る「地下水マネジメント」を実施することが関係機関に求められている。特に地下水の保全については、地方公共団体等が主体的に行っていくことが期待されている。地下水の保全を行っていくうえで、環境基準の超過率が最も高い硝酸及び亜硝酸性窒素(以下、硝酸性窒素)による汚染が課題の一つとして挙げられる。汚染原因としては、生活排水の浸透、家畜排せつ物の不適正処理、過剰な施肥等が考えられており、汚染対策には汚染原因を把握する必要がある。化学分析法を用いて汚染源を特定する方法として、複数のイオン成分を分析する方法が提示されているが、複合的な汚染の場合、解析することが困難であり、汚染対策が進まない一つの要因となっている。本研究では、各汚染源に由来する人工化学物質をトレーサー(追跡指標)として選定し、地下水中の硝酸性窒素の汚染源特定への利用可能性について評価することを目的とする。

2 方法

2.1 埼玉県内の湧水の調査

過去の調査から硝酸性窒素濃度が高かった(5mg/L以上)埼玉県内の湧水を対象として調査を行った。採水地点は日高・坂戸地域3地点および入間・狭山地域3地点とし、毎月採水を行った。LC/MS/MSを用いてトレーサー物質候補(人工甘味料3種、農薬6種等)の濃度を測定した。加えてICや滴定法¹⁾でイオン成分濃度を測定した。

2.2 湧水採水地点付近の河川水調査

水質を比較するため、湧水採水地点付近の河川水(日高・坂戸地域3地点、入間・狭山地域4地点)を調査した。2022年1月に採水を行い、2.1と同様の項目の測定を行った。

3 結果

3.1 湧水採水地点付近の農業と施肥

2015年農林業センサス²⁾および埼玉県主要作物基準施肥量³⁾から、採水地点付近の農業および施肥の状況を調査した。作付面積が多く、施肥量が多い作物は、粟および白菜(日高・坂戸地域)、茶(入間・狭山地域)であった。

3.2 日高・坂戸地域の調査結果

湧水および河川水ともに硝酸性窒素濃度の基準超過(>10mg/L)はなかった。湧水と河川水のpHおよびイオンバランスから、河川からの涵養の影響は少なく、雨水の浸透水の影響が大きい湧水と考えられた。

トレーサー物質は人工甘味料のスクラロースおよびアセスルファミン(生活排水の影響の指標)、農薬のジノテフラン(農地の影響の指標)が検出された。また、スクラロース濃度と硝酸性窒素濃度の変動が一致した地点があった。その地点は、生活排水の指標となるCl⁻およびNa⁺濃度も高く、生活排水が硝酸性窒素濃度に影響していると考えられる。加えて、3地点ともジノテフランが検出されており、農地の影響の指標となるSO₄²⁻濃度も比較的高く、農地の浸透水の影響があることが示唆された。

3.3 入間・狭山地域の調査結果

湧水および河川水ともに硝酸性窒素濃度の基準超過(>10mg/L)はなかった。湧水と河川水のpHおよびイオンバランスから、河川からの涵養の影響は少なく、雨水の浸透水の影響が大きい湧水と考えられた。

トレーサー物質は人工甘味料のスクラロース、アセスルファミン、および農薬のジノテフラン、クロチアニジンが検出された。硝酸性窒素濃度とSO₄²⁻濃度の変動が一致している地点があった。その地点は、茶業で使用されるクロチアニジンが検出されており、周辺の土地利用から考えて茶畑の施肥が硝酸性窒素濃度に影響していると考えられる。また、降雨の量が増加する夏季に、SO₄²⁻濃度が増加し、スクラロース濃度が低下していた地点があった。農地の浸透水と生活排水の影響の割合の変化を反映したと考えられる。

4 結論

硝酸性窒素濃度、各種イオン成分の濃度に加え、トレーサー物質濃度をモニタリングし、周辺の土地利用等とあわせた解析により、汚染源を把握できることが分かった。

文 献

- 1) 環境省、陸水モニタリング手引き書(2005)
- 2) 政府統計の総合窓口(e-Stat)、2015年農林業センサス、<https://www.e-stat.go.jp/>
- 3) 埼玉県農林部農業支援課、主要農作物施肥基準(2013)

[自主研究]

原子力発電所事故10年後における生態園での環境放射能の現況及び変遷

野村篤朗 伊藤武夫 大塚宜寿 蓑毛康太郎 堀井勇一 竹峰秀祐 渡辺洋一
三宅定明* 長島典夫* 坂田脩* 竹熊美貴子*

1 目的

平成23年3月の福島第一原子力発電所事故により、ヨウ素131、セシウム134、セシウム137といった人工の放射性物質が環境中に飛散し、一部は埼玉県に到達した。事故から10年が経過した令和3年3月においても、半減期の長いセシウム137は環境中に残留しており、長期に渡る環境への影響が懸念されている。

事故後、埼玉県においても、放射性物質による環境への影響を把握するために環境放射能水準調査、県独自の環境放射能調査及び空間線量調査が実施されてきた。センター生態園では、平成23年度から土壌、水質、底質、動植物等多種に渡る環境試料について継続的に放射能濃度が測定されてきた^{1,2)}。センターの研究事業としても、地目別の土壌における放射性物質の化学的形態及び深度分布状況²⁾、水系における放射能濃度の変動及び移行状況を調査しており、生態園にある放射性物質の環境動態についても知見が蓄積されている。そこで、これまでの調査内容について現況を確認するための調査をするとともに、深度方向や水平方向の放射性物質の分布について詳細な調査を行い、生態園での環境放射能の蓄積・移行状況について総括を行う。

令和3年度は、園内の動植物及び土壌の放射能濃度を測定し、過去の結果との比較を行った。

2 方法

動植物は、網等を用いて採取し、前処理として乾燥及び灰化を行った。土壌は、生態園内の6地点(屋敷林、雑木林、社寺林、果樹園、原っぱ及び畑)においてライナー採土器を使用し、各地点3か所で採取した。採取した土壌は地上からの深さ0-5cm及び5-20cmの2種類に分けて、地点ごとに混合して試料とした。その後、前処理として乾燥、粉碎及び目開き2mmのふるいによる夾雑物の除去を行った。前処理後の試料はU-8容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器(GC-2520、キャンベラ社)を用いて放射能濃度を測定した。

3 結果

3.1 動植物の放射能濃度

令和3年度は、ザリガニ、アオダイショウ、ウシガエル、ミドリガメ、アブラゼミ、ヒシ、マツモ及びユズの放射能濃度を調査し

た。令和3年度の平均濃度を平成24年度¹⁾の平均濃度と比較すると、減少の割合がザリガニで79%、アオダイショウで89%、アブラゼミで87%と、ユズで98%、ヒシで91%となるなど、多くは平成24年度の結果から大きく減少していた。一方、マツモは35%にとどまった。マツモは令和2年から令和3年にかけて放射能濃度が高くなっており(図1)、濃度が減少しない理由を検討する必要がある。

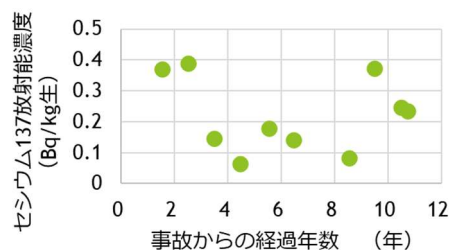


図1 マツモ中のセシウム137放射能濃度の経年変化

3.2 土壌の経年変化

令和3年度の結果と、平成26~29年度の結果²⁾について、1m²あたりの放射能濃度(Bq/m²)を比較した。草地(果樹園や原っぱ)では、深さ0-5cmの土壌で放射能濃度が減少しており、土地全体の放射能濃度の減少に寄与していた。一方、林地(屋敷林、雑木林及び社寺林)でも、放射能濃度は減少しているものの、年度ごとのばらつきが大きいいため、林地の評価には試料採取を継続し複数年での比較が必要と考えられる。

4 今後の計画

土壌については、経年変化を鮮明にするため、各地点での試料採取を継続しデータを収集する。また、同じ土地利用形態の地点で、水平方向の放射性物質の分布について調査を実施する。そして、水質、底質及び動植物の調査をまとめて、生態園全体での総括を行う。

文献

- 1) 三宅ら(2018) 埼玉県内のモデル生態系(生態園)における池水、土壌、生物試料中の人工及び天然の放射能, *RADIOISOTOPES*, 67, 225
- 2) 山崎ら(2018) 生態園をモデルとした放射性物質の分布及び移行に関する研究, 埼玉県環境科学センター報, 18, 75

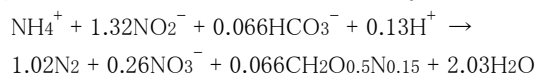
[自主研究]

県内水環境中から得たアナモックス集積系の特徴分析 および活用方法の検討

見島伊織

1 研究背景と目的

アナモックス(嫌気性アンモニア酸化; anaerobic ammonium oxidation)反応は、以下の式および図1に示すようにアンモニアの一部を直接窒素ガスへと変換する生化学反応であり、前段の部分硝化を含めてもエネルギーの消費が少ないことから新しい窒素除去方法として注目されている。



この反応は高温条件下の排水処理系での検討が主であり、水環境中におけるアナモックス活性さらには窒素代謝への寄与の把握は限定的であった。研究担当者は、過年度の自主研究において埼玉県内の水環境中からアナモックス細菌を培養することに成功した。また、そのアナモックス細菌が中温域で十分に窒素除去活性を有していることを明らかにした。これらを受け、本研究では、アナモックスを活用するために研究課題を2つ設定した。

【課題1】: 水処理系におけるアナモックス処理を志向し、県内の水環境中に生息するアナモックス細菌の培養を続ける。培養したアナモックス細菌について詳細な特性試験や分子生物学的試験から生理学的特性や細菌叢を明らかにし、連続処理実験から実際の窒素処理への適用可能性を検討する。

【課題2】: 汚泥処理系直後の実際の高窒素濃度排水を対象としてアナモックス反応による処理特性を検討する連続試験を行い、実運用上の課題抽出や環境負荷低減効果の試算を行う。

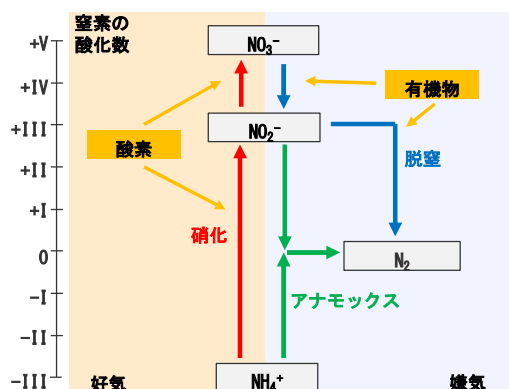


図1 アナモックス反応の概念図

2 研究方法

【課題1】: 過年度から継続している培養試験を継続し、県内の

水環境中から採取したアナモックス細菌を低、中温条件にて高濃度にまで集積する。得られたアナモックス細菌について、分子生物学的分析を行い、遺伝子情報を得て細菌叢を把握する。また、低温条件で得られたアナモックス細菌について温度特性試験を行い、設定された温度条件での増殖特性や活性性を評価する。得られたアナモックス細菌を用いて、県内の負荷の高い下水処理場の脱水ろ液や畜産系排水の処理等を想定し、部分硝化も含めた連続の排水処理試験を行う。これにより、県内水環境中から採取したアナモックス細菌を用いた窒素処理全体の有効性を評価する。

【課題2】: 元荒川水循環センター内の水質、汚泥質の調査を行い、窒素のマスバランスを明らかにする。脱水ろ液に効果的にアナモックス処理を行う条件を調べるため、室内連続実験から検証を行う。さらに、アナモックス導入による環境負荷低減効果を試算する。

3 結果

【課題1】: 窒素濃度が高い河川として、元小山川(RUN1)、菖蒲川(RUN2)、中川(RUN3)を選定し、それぞれ河川の底質を用いて、25℃および18℃の条件で集積培養試験を継続した。低温条件の18℃におけるアナモックス細菌の獲得を目指しており、本条件における実験の継続日数は1000日程度となった。RUN2の18℃のNH4⁺-N除去量に対するNO2⁻-N除去量およびNO3⁻-N生成量は図2のとおりであり、低温においてもアナモックス反応によって窒素処理が進行していることが示唆された。

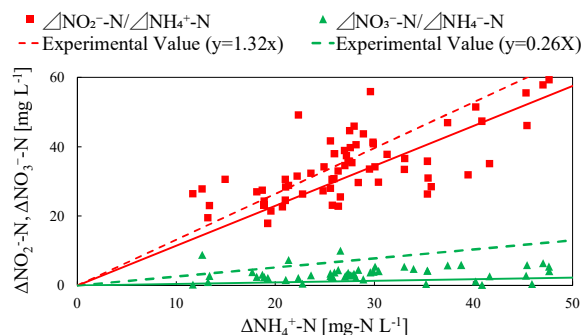


図2 NH4⁺-N除去量に対するNO2⁻-NおよびNO3⁻-N変化量

【課題2】: 元荒川水循環センターの汚泥処理を中心に定期的に水質分析を行い、窒素収支を検討するとともに、脱水ろ液由来の窒素負荷を評価している。また、実際の脱水ろ液を用いたアナモックス処理実験も実験条件などを設定した。

[自主研究]

三次元励起蛍光スペクトル法で検出される 化学物質の同定と汚濁指標性の検討

池田和弘 竹峰秀祐

1 背景と目的

三次元励起蛍光スペクトル法は、迅速かつ簡便に水中のいくつかの有機物質群を検出し定量的な情報を得る分析手法である。H28-30年度に実施した自主研究により、河川水中でタンパク質様物質由来の蛍光成分が検出され、生活排水流入の指標となることが確認された。しかし、この成分は藻類からも供給されるため、指標として危うい面もある。一方、河川や下水中には生活関連の化学物質由来と推測される蛍光成分が検出されることがある。本研究では、三次元励起蛍光スペクトル法で検出される、いくつかの化学物質由来の蛍光成分を同定し、それらにより負荷源を追跡する手法を提案することを目的とする。本年度は、入浴剤由来の蛍光成分に着目し、下水等での検出状況の把握、同定および特性評価を実施した。

2 方法

河川および下水試料の蛍光分析は、ろ紙(GF/B)によるろ過後、分光蛍光度計により実施した。純水分析によるブランクを差し引き、内部遮蔽効果を補正し、最終的なスペクトルを得た。化学物質の定性・定量分析はUPLCにより、ろ過試料を抽出せずに直接分析することで実施した。

3 結果および考察

3.1 入浴剤由来蛍光成分の同定

励起波長495nm蛍光波長515nm付近に検出される蛍光ピーク(ピークX)は、下水処理水に特有の成分と考えられていたが、小松は入浴剤成分と推察している¹⁾。実際、河川水、下水流入水、下水処理水、単独浄化槽の多い地域の水路水で確認されたピークXと入浴剤の成分で色素黄色201号として使用されるフルオレセイン標準品のピーク位置はよく一致した。

下水処理水を疎水性カラム(BondElutePlexa)に通水した吸着実験では、pH2よりもpH10の時のほうが、ピークXは大幅に早く破過した。フルオレセインはpH2では非解離型が多いがpH10では二価の陰イオンとなり親水性が増す。ピークXの挙動はフルオレセインの物性と矛盾なかった。

下水処理水を、C18カラムを備えたUPLC/蛍光検出器により分析したが、この時蛍光波長を515nmに設定した励起スペクトルを経時的にモニターした。その結果、フルオレセイン標準の保持時間および励起スペクトルと同一のピークが検出された。このピークをフルオレセインとみなして定量した結果、濃度

は平均で0.25 $\mu\text{g/L}$ (n=6)であることが分かった。また、この濃度から算出すると、フルオレセインはピークXの蛍光強度の48%を説明できることが分かった。以上より、ピークXの起源はフルオレセインを中心とした物質であることが強く示唆された。

3.2 入浴剤由来蛍光成分の蛍光特性

フルオレセインの蛍光のpH依存性を評価した(図1)。埼玉県の河川ではpHの平均は7.6であり範囲は6.3-9.6であった。図1よりpHが8.0以上では蛍光強度は一定だが、それ以下では徐々に強度が低下することが確認された。ピークXを生活排水の指標として利用する場合、同じフルオレセイン濃度にも関わらずpHによって強度が変化することは問題となる。そこで、pHを同時に測定し、測定したピークXの蛍光強度をpH8.0の時の蛍光強度に変換する式を作成した。

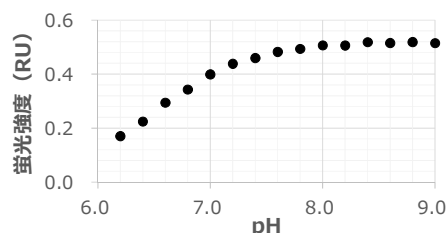


図1 フルオレセイン1 $\mu\text{g/L}$ 標準液の蛍光強度のpH依存性

3.3 下水中の入浴剤由来蛍光成分

A下水処理場で月1回の採水分析を実施した(図2)。夏季よりも冬季で流入水中のピークX強度が高く、BODの変動とおおよそ一致した。処理水でも季節変動が確認された。

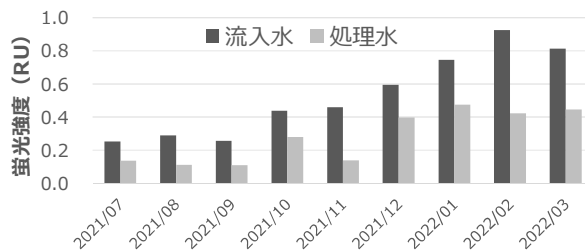


図2 下水中のピークXの蛍光強度の経月変動

文献

- 1) 小松一弘 (2020) 三次元励起蛍光スペクトル法で検出される下水特有ピークの由来とその有用性、環境浄化技術、19、25-30。

[自主研究]

埼玉県内河川で高い大腸菌数を示す地点の傾向とその原因究明

渡邊圭司 梅沢夏実 池田和弘 見島伊織 木持謙 田中仁志 柿本貴志 宮崎実穂

1 目的

環境水中の病原微生物は、人が水に接することで感染する恐れがあり、そのリスク管理は重要な課題である。それら病原微生物の主な発生源は、人畜(温血動物)のふん便である。これまで長きにわたり、ふん便汚染指標は、大腸菌群数として表されてきた。公共用水域水質常時監視では、大腸菌群数はBGLB最確数法(BGLB法)により求められる。しかし、BGLB法では、測定方法の原理上、ふん便汚染に全く関係の無い一部の水中や土壌に生息している細菌も同時に大腸菌群として検出されてしまうため、ふん便汚染の実態を過大評価しているという問題点が指摘されている。近年、より直接的なふん便汚染の指標となる大腸菌数を、簡便かつ迅速に測定することができる特定酵素基質培地法が考案された。このような測定技術の進歩を基に、令和4年度から、大腸菌数が新たなふん便汚染の指標(衛生指標)として環境基準項目に加えられる。

大腸菌数の環境基準値として、河川では、90%値でAA類型は20CFU/100mL(自然環境保全)および100CFU/100mL(水道1級)、A類型は300CFU/100mL及びB類型は1000CFU/100mL以下の基準が示された。今後、環境基準値を超過した地点については、行政による負荷削減対策が求められる。そこで本研究では、県内の大腸菌数の環境基準超過地点の特徴を明らかにし、さらにその上流域の大腸菌数を詳細に調査することで、汚濁負荷原因を特定し、負荷削減対策のための基盤情報を収集することを目的とした。

2 方法

県では、平成25年度から公共用水域における大腸菌数の測定を開始し、現在まで継続して行っている。このデータを基に環境基準値適合性を調べたところ、環境基準超過が21地点で認められた。なお、年12回以上測定されていない地点(国土交通省及び市が管轄している地点に多く見られる)については、90%値が最大値をとるため、今回の解析対象から外している。令和3年度は、19地点について上流域(支川等)の大腸菌数の詳細調査を行った。調査時期については、各地点の経月変化を調べ、基準超過回数の多い月を中心に各地点調査を行った。

採水は、500mL容量のポリプロピレン製容器(アズワン)で行い、試料はクーラーボックスに入れ持ち帰った後、速やかに培養に供した。メンブレンフィルターは平均粒子保持径0.45 μ mの直径47mm格子入りセルロース混合エステルフィルターを用い(メルクミリポア製)、特定酵素基質寒天培地はクロモアガーECC(関東化学製)を用いた。測定方法については、環境省

の資料¹⁾に従い行った。検水の希釈は、原液、10倍及び100倍の系、もしくは100倍、1000倍及び10000倍の2系列とし、各地点の大腸菌数に合わせ希釈倍率を選択した。各試料につき、3回の繰り返し試験を行った。大腸菌に由来する青色コロニーの計測には、拡大鏡を用いた。

3 結果及び考察

令和3年度については、環境基準超過地点を含む83地点の大腸菌数の測定を行った。過去の調査結果の解析から、ほとんどの地点で春期から夏期にかけて大腸菌数が高くなる傾向を示していた。大腸菌数の最小値は荒川の二瀬ダム下流の3CFU/100mLで、最大値は唐沢川上流の140000CFU/100mLであった。荒川の親鼻橋(A類型)では、大腸菌数が2100CFU/100mLであったが、上流の秩父橋では86CFUであったことから、汚染源は特定できていないが、秩父橋と親鼻橋の間に汚染源があると推測される。赤平川の赤平橋(AA類型)は100CFU/100mL、上流の落合橋では480CFU/100mL、支川の小森川では67CFU/100mLであったため、赤平川上流に汚染源があると推測された。小山川の新明橋(B類型)では(220CFU/100mL)、上流の矢島大橋が290CFU/100mL、支川である唐沢川の森下橋で530CFU/100mL、さらに唐沢川の上流域の2水路で94000CFU/100mL及び140000CFU/100mLを示したため、唐沢川上流域に汚染源が存在すると推測された。入間川の富士見橋(A類型)では(186CFU/100mL)、本川上流の飯能大橋では96CFU/100mL、支川の成木川の緑橋で400CFU/100mLであった。成木川は、上流域でも340CFU/100mLを示し、民家も多いことから、生活雑排水の流入に起因すると推察された。その他A類型の河川についても、小山川の新元田橋(120CFU/100mL)及び一の橋(410CFU/100mL)、高麗川の天神橋(98CFU/100mL)、都幾川の明覚(100CFU/100mL)及び越辺川の今川橋(110CFU/100mL)では、その上流域で72~300CFU/100mLを示し、周囲に民家も点在していたことから、家庭雑排水の流入による影響と推察された。

4 今後の研究方向

今後は、得られたデータを基にさらなる詳細調査を行い、特定汚染源の解明を進める予定である。

文 献

- 1) 環境省(2021)水質汚濁に係る水質環境基準の見直しについて(概要)、<http://www.env.go.jp/press/files/jp/116882.pdf>

[自主研究]

黄鉄鉱の酸化分解に影響を及ぼす化学的因子の検討

石山高 濱元栄起 柿本貴志 白石英孝 渡邊圭司

1 目的

海成堆積物に含まれているフランボイダル型の黄鉄鉱は、水や酸素と接触すると少しずつ酸化分解し、土壌の酸性化を促す硫酸を生成する¹⁾。この反応には硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌などの土壌微生物が密接に関与していることから、温度や有機物量などの様々な条件によって黄鉄鉱の酸化分解は影響を受ける可能性が考えられる。

本研究では、埼玉県に存在する海成堆積物を用いて、黄鉄鉱の酸化に影響を及ぼす化学的因子(温度、土壌pHや有機物量など)を検討した結果について報告する。影響因子が特定できれば、黄鉄鉱の酸化が始まるまでの時間が推察でき、的確な土木工事計画や汚染対策を通して海成堆積物由来の汚染リスクを未然に防止することが可能となる。

2 実験方法

本研究では、埼玉県南部の中川低地、荒川低地、大宮台地南部の谷底低地で採取した海成堆積物を使用した。地質試料は黄鉄鉱の酸化が進まないよう、掘削直後に脱酸素剤とともにガスバリア袋に封入して保管した。

黄鉄鉱の風化試験は、市販の保冷温庫を用いて行った。試験の温度は、10、20、35℃に設定した。風化実験の途中で海成堆積物を採取し、環境省告示18号の土壌溶出量試験²⁾を行い、土壌溶出液中の硫酸イオン濃度から酸化分解の進行度合いを評価した。海成堆積物中の硫黄全含有量は蛍光X線分析装置で、土壌溶出液中の硫酸イオン濃度はイオンクロマトグラフィーで測定した。補足データとして、土壌溶出液のpHと電気伝導度を計測した。

3 結果と考察

昨年度までの研究結果から、黄鉄鉱の酸化分解には、①掘削直後の土壌pH、②土壌温度、③酸素との接触が影響を及ぼすことが明らかとなった。最終年度は、県内3地域の海成堆積物を用いて、黄鉄鉱の酸化が始まるまでの時間に違いがあるのかについて検討した。

各地域に存在する海成堆積物の土壌物性を表1に示す。

表1 県内海成堆積物の土壌物性

	S含有量 (wt%)	土壌溶出液 pH	備考
谷底低地	0.5~2.5	6.0~7.0	海成堆積物直上に腐植土層存在
荒川低地	0.4~0.6	7.3~7.8	砂分多い、貝化石散在
中川低地	0.4~0.7	8.5~9.5	貝化石散在

谷底低地の海成堆積物は、他の地域に比べて土壌溶出液のpHが低く、硫黄全含有量値が高い傾向にあった。谷底低地の海成堆積物は直上に腐植土層が存在していることから、還元環境下で堆積したものと推察される。このような環境下では、底生生物が生息できなかったため、土壌pHを上げる貝化石の存在が認められなかったものと考えられる。また、還元環境下では、硫酸還元菌の働きが卓越し、効率よく硫化物イオンが生成されたため、高濃度の黄鉄鉱(FeS₂)が蓄積したものと考えられる。

風化試験の結果を図1に示す。風化温度が低いと黄鉄鉱の酸化は抑制される傾向が認められた。また同じ風化温度では、土壌pHが低い谷底低地の海成堆積物の方が他地域と比較して酸化が進みやすいことが判明した。下図の結果は、黄鉄鉱の酸化分解に影響を及ぼす化学的因子(土壌pHと温度)を非常によく反映しており、夏季において谷底低地の海成堆積物は酸性化リスクが迅速に進行することを示唆している。谷底低地の海成堆積物は、硫黄全含有量も高いことから(表1)、県内に存在する海成堆積物の中でも長期汚染リスクが極めて深刻であることが明らかとなった。

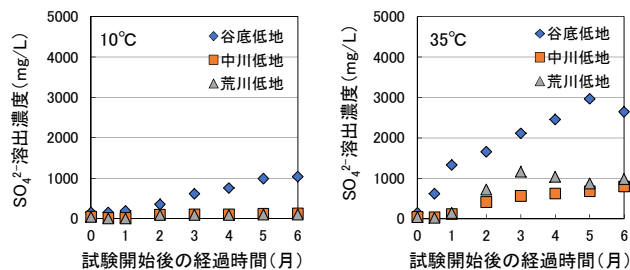


図1 風化試験の結果

4 まとめ

黄鉄鉱の酸化が始まるまでの時間は、海成堆積物の存在地域や地表に仮置きする季節によって大きく異なることが分かった。海成堆積物由来の新たな汚染リスクの発生を未然に防止するためにも、土壌の酸性化が進行して汚染土壌へと変化するまでの時間を事前に把握しておくことは重要である。本研究結果を含めた、海成堆積物に関する一連の研究成果を基に簡便で安価な汚染対策スキームの構築を目指す。

文献

- 1) 笹木圭子 (1998) 黄鉄鉱の常温酸化溶解に関する実験地球化学的研究、鉱物学会誌、27(2)、93-103.
- 2) 環境省 (2002) 土壌溶出量調査に係る測定方法付表、<http://www.env.go.jp/kijun/dt1-1.html> (2022年2月時点)

[自主研究]

埼玉県における地中熱利用の総合的評価

濱元栄起 白石英孝 石山高 柿本貴志 八戸昭一

1 背景と目的

地球温暖化やエネルギー問題に対応するためには、再生可能エネルギーが大きな役割を担っている。特に地中熱エネルギーは埼玉県の賦存量において太陽エネルギーに次いで多く、今後の普及が期待されている。しかしながら現状では、地中熱利用システム(ヒートポンプ式)の導入数は、国内では約3,000件(うち埼玉県は約120件)にとどまっております。欧米や中国などと比べて遅れている。その原因として、認知度の低さや導入コストの高さが挙げられる。そのため、地中熱の実証試験結果によって地中熱源ヒートポンプの有効性を科学的なデータで示し発信することが重要である。そこで埼玉県ではエネルギー環境課が地中熱実証事業を立ち上げ、当センターもこれに参画し研究的な視点から解析している。この実証事業によるデータ取得は本年度の夏季までであり、本報告では最終データとなる夏季(冷房運転)の結果について示す。さらに導入コスト低減の観点から地中の熱伝導率を実測し、それに基づいて適正な規模の熱交換井を設置することが重要である。当センターではこの熱応答試験をより簡便により低コストで実施可能な新型熱応答試験の方法を開発し特許を取得した。この内容についても報告する。

2 内容と成果

2.1 地中熱実証試験の2021年夏季運転解析結果

地中熱実証試験は、2019年度から実施し、データ取得の最終機会となる2021年夏季までに冷房運転試験3回、暖房運転試験2回のデータが得られたことになる。これらの運転試験では運転成績係数(SCOP)によって地中熱源ヒートポンプと空気熱源の運転効率を比較しているが、年ごとの気温変動のパターンの違いにより、SCOPも年ごとに異なることが一般的である。そのため、複数回の試験を行い比較することが重要である。特に、最終年度の本年度は地中熱源ヒートポンプの運転効率の再現性を調べることを目的として、1か月間(8月)連続運転試験を実施した。SCOPは飯能:4.8、羽生:5.5、春日部:5.4が得られ、これまでの2回の運転試験とも総合的な結果が得られた。このことから年ごとの気温の違いなどを考慮しても、地中熱源ヒートポンプは埼玉県で安定して運転可能なことが示された。運転試験データについてはSCOPの算出だけでなく、各要因の関連性を調べる総合的な解析も進めている(図1)。

2.2 新型熱応答試験装置の特許取得

有効熱伝導率は、ボーリング掘削などの孔井を利用し、周囲の地層を加熱し、その温まりやすさを計測することで調べる

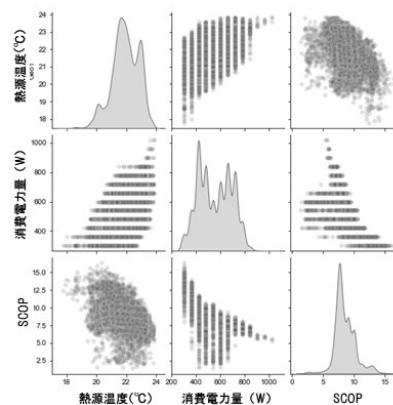


図1 地中熱実証試験データの解析例

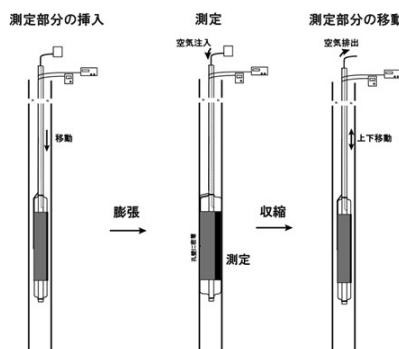


図2 新型熱応答試験装置の測定概念図

ことができる。地中を加熱するための一般的な方法は、孔井内にU字状のパイプを設置し、内部に温水を流す方法(温水循環法)である。これは、孔井内にU字パイプを挿入する必要があることや、測定時間が長時間かかるといった課題がある。そこで、当センターではこのような課題を解決するために新しい測定方法の開発を進め、特許を本年度取得した(特許第6916497号)。特許を取得した測定方法は、シート状のヒーターで地中の孔壁を直接温める点の特徴である。シート状のヒーターの内側に風船状のパッカーを取り付け測定時に膨らませることで、ヒーターを孔壁に密着させる仕組みである(図2)。この方法を活用すれば温水循環法に比べ、設置コストや調査時間を半分程度に抑えられると見込んでいる(従来の方法は、調査コスト約100万円、調査時間は48時間以上が標準的)。なお、この測定方法を用いた装置の実用化を県内企業と進めているところである。