



発行者：埼玉県環境科学国際センター
〒347-0115 埼玉県加須市上種足914
TEL 0480-73-8331 FAX 0480-70-2031



第67号
Vol.67

April, 2025

CESS(セス)とは、
埼玉県環境科学国際センターの愛称です。

研究・事業紹介

- 埼玉県における地下水窒素汚染と汚染原因の解析
- 埼玉県環境科学国際センター講演会を開催しました

ココが知りたい埼玉の環境 (第58回)

- 大気中に浮かぶ粒子にはどんなものがありますか？

環境学習・イベント情報



(写真)湧き上がる地下水！
水田灌漑用水として利用されています

役立つ情報を発信

センター紹介動画公開中
センター事業を動画で紹介



<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>



土壌・地下水・地盤担当
石山 高

埼玉県における硝酸性窒素等による地下水汚染と汚染原因の解析

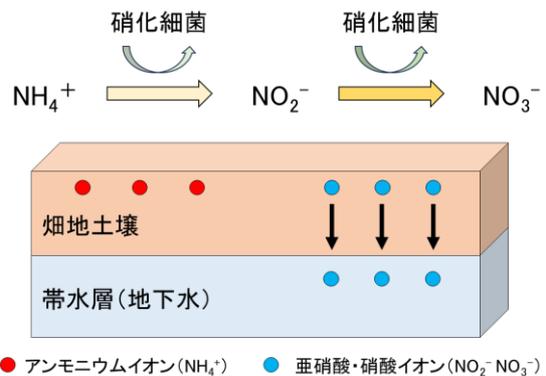
硝酸性窒素等による地下水汚染の現状

現在、日本各地では様々な化学成分(砒素、ふっ素、鉛や硝酸性-亜硝酸性窒素等)による地下水汚染が報告されています。特に、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による汚染(以下、「硝酸性窒素等による汚染」という)事例は非常に多く、環境基準超過率(調査対象井戸のうち環境基準値を上回る窒素が検出された割合)は全国で3%に達しています¹⁾(図1)。

埼玉県内でも100地点を上回る汚染井戸が確認されており、毎年1回の地下水継続監視調査(汚染井戸を対象としたモニタリング調査)を通じて硝酸性窒素等による汚染の状況を監視しています。この監視調査は、検出される濃度が環境基準値を下回るまで続ける必要があるため、本調査に関連する業務は担当する行政職員にとって大きな負担となっています。

環境科学国際センターでは、この課題を解決するため、硝酸性窒素等による汚染が生じている県内の帯水層(地下水が分布している地層)の特定や汚染原因の解明を試み、監視調査井戸を絞り込むための研究を実施しています。本ニュースレターでは、この研究成果について簡単に紹介します。

亜硝酸イオン(NO_2^-)や硝酸イオン(NO_3^-)へと代謝されます(図2)。正電荷を有する NH_4^+ は、土壌に吸着しやすいという特徴を有していますが、負電荷をもつ NO_2^- や NO_3^- は土壌にほとんど吸着しません。そのため、 NO_2^- や NO_3^- へと代謝された窒素成分は、雨水とともに地下浸透して帯水層中の地下水へと混入します(図2)。



● アンモニウムイオン(NH_4^+) ● 亜硝酸・硝酸イオン(NO_2^- ・ NO_3^-)
図2 施肥に由来する硝酸性窒素等汚染の発生機構

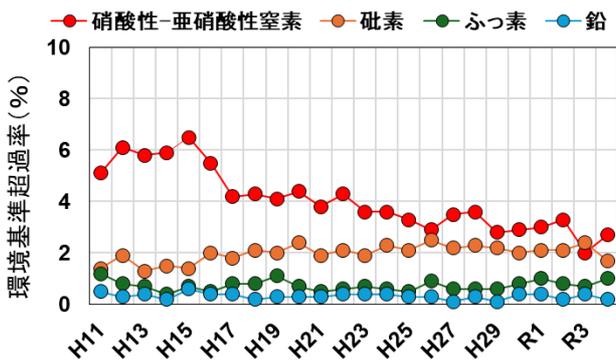


図1 概況調査における環境基準超過率の推移¹⁾

硝酸性窒素等による汚染の発生機構

硝酸性窒素等による汚染の原因として、畑地などで散布する化学肥料、家畜から排泄される糞尿、生活雑排水や下水の漏洩などが知られています¹⁾。特に、施肥の影響は著しく、埼玉県内でも畑作地域を中心に数多くの地下水汚染が発生しています。

硝酸性窒素等汚染は、肥料に含まれるアンモニウムイオン(NH_4^+)が原因で発生します。農地に撒かれた NH_4^+ は、一部が植物内に吸収されるものの、残りは硝化細菌により

調査対象地域

本研究では、硝酸性窒素等による汚染井戸が集中する埼玉県の北西部地域(深谷市、本庄市、美里町など)を調査対象としました(図3)。籾引台地上に位置する本地域は埼玉県内でも有数の畑作地帯で、ネギやブロッコリーなどの農作物のほか、多種多様な観賞用植物が栽培されています。そこで、県北西部の地下水の水質分析結果や地質柱状図を用いた解析結果から、汚染帯水層の特定及び汚染原因の解明を行いました。



図3 埼玉県の地形概略図と本調査地域

汚染帯水層の特定

地質柱状図を解析したところ、本調査地域には深度3m付近までローム層が堆積し、その下に帯水層(地下水)が分布していることが確認されました(図4)。この帯水層は、深度10m付近まで連続して存在することが分かりました。開放系の井戸(上から覗き込めるタイプの井戸)を対象として井戸深度を実測したところ、井戸深度は10m以下のものが多く、深度20mを超える井戸は確認できませんでした(図5左)。これらの井戸では、深度3~10m付近に存在する帯水層から地下水を採取していると考えられます。蓋がされていた井戸では、井戸深度を実測できなかったため、キーダイアグラムを作成して不圧地下水(浅井戸)と被圧地下水(深井戸)を判別しました。その結果、本調査地域の地下水は1地点を除き、不圧地下水(浅井戸)の領域に集中していることが判明しました(図5右)。

以上の結果から、本調査地域の汚染地下水は、深度3~10m付近の帯水層に分布していることがわかりました。

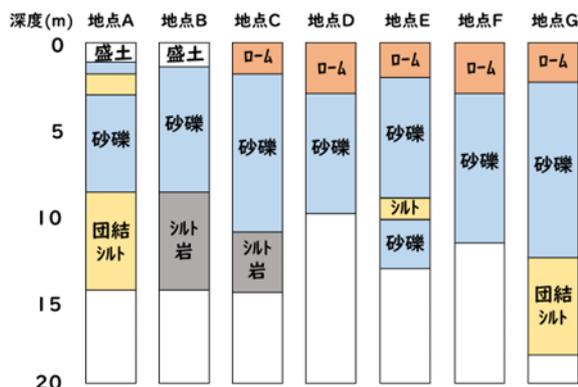


図4 本調査地域の代表的な地質柱状図

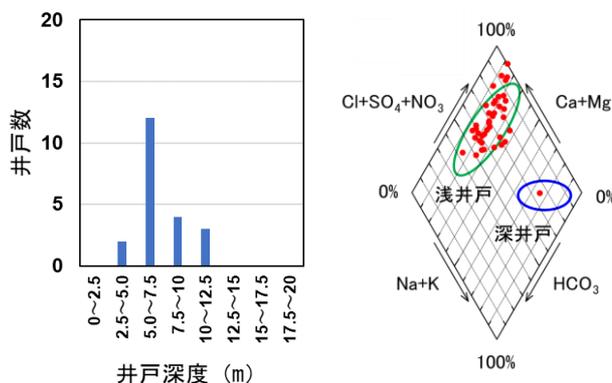


図5 井戸深度の実測値とキーダイアグラム

発生原因の解析

硝酸性窒素等による地下水汚染の原因を特定する手法としては、キーダイアグラム法、ヘキサダイアグラム法、窒素安定同位体法、濃度相関マトリックス法が利用されています²⁾。

ここでは、 NO_3^- と無機成分濃度(ナトリウムイオン(Na^+)、カルシウムイオン(Ca^{2+})、硫酸イオン(SO_4^{2-})など)の相関から汚染原因を解析する濃度相関マトリックス法を試みました。

各成分の相関係数を表1に示します。 NO_3^- は、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、EC(電気伝導度)との間に強い正の相関関係が見られました。環境省によると、 NO_3^- と Ca^{2+} や Mg^{2+} の相関性が高い場合、あるいは窒素肥料の主成分である SO_4^{2-} と Ca^{2+} や Mg^{2+} の相関性が高い場合は、窒素肥料による汚染が考えられるとされています²⁾。

濃度相関マトリックス法による解析の結果、 NO_3^- は Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} との相関性が高く、本調査地域の地下水汚染は施肥(窒素肥料)の影響を顕著に受けている可能性が高いことが明らかになりました。

表1 NO_3^- と各種無機成分との相関性

| | Na^+ | K^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Cl^- | SO_4^{2-} | HCO_3^- | EC |
|--------------------|---------------|--------------|------------------|------------------|---------------|--------------------|------------------|------|
| NO_3^- | 0.21 | 0.02 | 0.71 | 0.72 | 0.28 | 0.68 | 0.17 | 0.79 |
| Na^+ | | 0.02 | 0.28 | 0.39 | 0.45 | 0.09 | 0.00 | 0.30 |
| K^+ | | | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |
| Ca^{2+} | | | | 0.67 | 0.14 | 0.42 | 0.00 | 0.88 |
| Mg^{2+} | | | | | 0.34 | 0.50 | 0.01 | 0.89 |
| Cl^- | | | | | | 0.14 | 0.02 | 0.44 |
| SO_4^{2-} | | | | | | | 0.05 | 0.51 |
| HCO_3^- | | | | | | | | 0.00 |

行政施策への貢献

埼玉県では、本研究結果をもとに『埼玉県地下水常時監視実施方針』を一部修正し、『同一帯水層・発生源と認められる調査井戸は集約することができる。』と改定しました。これにより、令和7年度からは県北西部に位置する硝酸性窒素等による汚染井戸の調査密度や調査頻度を削減しました。また、硝酸性窒素等の汚染原因、汚染地下水の水質特性や汚染帯水層が特定できたことで、周辺調査の省略による業務の軽減が可能となりました(汚染原因や汚染帯水層が不明な場合、汚染発覚のたびに汚染井戸周辺の井戸を複数調査して汚染の有無を把握しなければなりません)。

限られた予算と人員で地下水の安全性を監視するためには、業務の合理化は非常に重要です。

参考文献

- 1)環境省 水・大気環境局(2024):令和4年度地下水質測定結果, <https://www.env.go.jp/content/000211686.pdf>
- 2)環境省 水・大気環境局(2016):硝酸性窒素等による地下水汚染対策マニュアル, <https://www.env.go.jp/content/900539354.pdf>

当センターでは、環境の把握、環境問題の解決、良好な環境の創造に向けて、様々な調査・試験研究等を行っています。ここでは、その一部についてご紹介します。

埼玉県環境科学国際センター 講演会を開催しました

講演会の概要

令和7年2月5日(水)、埼玉会館小ホールとオンラインにて「学び、守り、育む～地域に根差した環境保全の未来～」をテーマに、センター講演会をハイブリッド方式で開催しました。

【第1部】では、中京テレビ放送専務取締役の黒崎太郎氏から、テレビ局の環境保全に関わる活動について講演していただきました。その後、センター研究員による研究発表を行いました。【第2部】では、ホワイエにおいて、各グループのポスター展示及び研究員による発表等を行いました。

当日は、会場、オンライン合わせて200名以上の方に参加いただきました。ここでは、特別講演、研究発表及びポスター展示・発表の概要を紹介します。

特別講演 (写真1)

「山と海の森～テレビ局の取り組み」

中京テレビ放送専務取締役 黒崎 太郎 氏

同志社大学ハリス理化学研究所助教の柘太一さんが番組ナビゲーターを務める日本テレビ開局70年企画「日本列島ブルーカーボンプロジェクト」を担当され、現在は中京テレビ放送専務取締役の黒崎太郎氏から、テレビ局の環境保全に関わる活動について講演していただきました。

講演では、番組作成の苦労話を交えながら、森の再生や藻場の復活について、テレビ局（中京テレビと日本テレビ）の活動を紹介していただきました。

報道機関であるテレビ局として「みんなが楽しく取り組める活動となっているか?」、「全国の活動をつなげていくハブの役割を果たせないか?」という思いで活動していること、また、地球温暖化抑制に向けたカーボンニュートラル社会の実現に貢献していきたいという思いを伝えていただきました。



写真1 特別講演の様子

研究発表 1

「オオカミを通して考える環境と社会」

自然環境担当 角田 裕志

オオカミの出前講座におけるアンケート結果から、オオカミに対する人々の意識は変化する可能性がある一方で、人身被害については根強い懸念があることがわかりました。

オオカミの絶滅による一部の生態的機能が失われた日本において、増加したニホンジカやアンバランスな状態にある生態系と私たちはどのように向き合っていくべきか。豊かな自然を取り戻すために、一人一人ができることは何かを考えるきっかけを提供する研究発表を行いました。

研究発表 2

「水生生物カードゲームで深める河川体験学習」

水環境担当 田中 仁志

水環境担当が実施している環境学習およびアウトリーチ活動について報告するとともに、河川の水質指標生物から河川環境保全を学べるよう開発した環境学習教材(水生生物カードゲーム)について紹介しました。

当日御紹介した川の環境学習イベントの様子やゲームのルールの詳細は、当センターが運営する「CESSチャンネル」のYouTube動画にまとめていますので、是非、御覧ください。

ポスター展示・発表 (写真2)

埼玉会館小ホールホワイエで、当センターの研究成果や事例をまとめた24件のポスター展示と研究員による発表を行いました。また、彩の国環境大学修了生の会による活動報告のポスター展示や発表も行いました。各ポスターの前では、終了時間となるまで活発な意見交換が行われました。



写真2 ポスター展示・発表の様子

このコーナーでは、よく分かっているようで明快な答えがすぐに思い付かない、環境に関する質問や素朴な疑問について、当センターの研究者がズバリお答えします。
なお、バックナンバーは当センターのホームページに掲載していますのでご覧ください。
(<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>)

質問

大気中に浮かぶ粒子にはどんなものがありますか？

答

春にスギやヒノキなどの森林から発生する花粉や、アジア大陸の砂漠から発生し日本にも飛来する黄砂があります。また、こうした自然界から発生する花粉や黄砂よりも小さく、車の排気ガスなど主に人間活動に由来する小さな粒子があります。こうした小さな粒子をまとめてPM_{2.5}と呼んでいます。

ガス状と粒子状の大気汚染物質

皆さんは日常生活の中で空気の汚れは気になりますか？
私たちが生きていくために欠かせない空気は大気とも呼ばれて地球を包んでおり、自然界や人間活動から発生する大気汚染物質の多くは地上から上空1万m程度までの大気に存在しています。この上空1万m程度までの大気は対流圏と呼ばれ、大気が上下左右に大きく流れており、私たちが屋外で感じる風も、こうした大気の流れの一部と言えます。このような大気の流れに乗って、大気汚染物質も移動していきます。

大気汚染物質には気体(ガス状)のものや液体や固体(粒子状)のものがあります。ガス状の大気汚染物質には、たとえば燃料を燃やした際に発生する二酸化炭素(CO₂)や窒素酸化物(NOx)といったものがあり、これらは大気と混ざった状態で存在しています。一方、粒子状の大気汚染物質は、大きさは非常に小さいですが液体や固体として大気中に浮かんだ状態で存在しています。このように大気中に浮かぶ粒子のことを“エアロゾル”とも呼んでいます。燃料などを燃やすと黒っぽい煙(いわゆる煤)も発生しますが、その正体は粒子です。また、春にスギやヒノキなどの森林から発生し多くの人を悩ませている花粉、同じく春にアジア大陸の砂漠から発生し日本にも飛来する黄砂も粒子の一種です。これらの粒子のイメージがわかる写真を図1に示します。

3種の粒子を比べてみると

図1を見比べてみると大きさや形に特徴があるのがわかると思います。ここで左の写真はPM_{2.5}となっていますが、これは大気中に浮かぶ粒子状物質(英語でParticulate Matterといいます)のうち、粒子の大きさ(粒径)が2.5 μm以下のものを指します。1 μm(マイクロメートル)は、1 mmの1000分の1の大きさです。燃料などを燃やして発生する煤はこのPM_{2.5}に含まれており、黄砂や花粉はこれより大きいことがわかります(数~30 μm程度)。また、形の特徴も、花粉はかなりきれいな球形ですが、黄砂は角張ったような形をしており、PM_{2.5}はひと言では表せられない様々な形をし

ています。大気中に浮かぶ粒子の中でもPM_{2.5}のように小さいものは、主に車の排気筒(テールパイプ)や工場・発電所・焼却炉の煙突などから出てくるものが多く、また、NOxなどのガス状の大気汚染物質が大気中で化学反応を起こして粒子に変化したものも含まれており、人間活動に由来するものが主体となっています。一方、黄砂や花粉のように大きいものは自然界に由来するものが多いです。

粒子の大きさは私たち人間の健康にも関わってきます。呼吸で取り込んだ空気の中に存在する粒子のうち、大きい粒子は曲がり角を曲がり切れなかったり狭いところを通れなかったりして、呼吸器の中でも鼻腔や咽頭などの上気道にくっついてしまいます。花粉症の症状が鼻に出るのはこのためです。一方、小さい粒子の一部は気管支などの下気道まで到達し、呼吸器疾患の原因になり得ることが知られています。

粒子は増えている？減っている？

図2に粒子が採取されたフィルターの写真を示します。フィルターの色の濃さが概ね大気中の濃度と対応しています。つまり、PM_{2.5}など大気中の粒子の濃度は年々下がってきているのです。これは車などの様々な大気汚染対策の効果の表れと言えます。しかし、この濃度は今でも日によって高くなることもありますので、さらに良い大気(空気)の中で生活できるよう、皆さんの日常の中でも気にかけていただくと幸いです。
(大気環境担当 長谷川 就一)

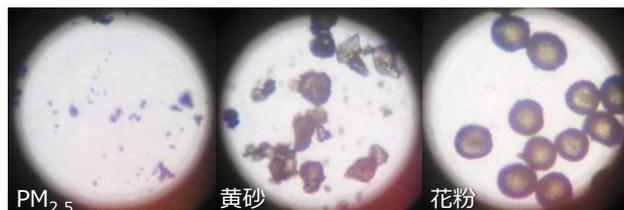


図1 3種の粒子を顕微鏡で拡大した写真(同倍率)



図2 粒子が採取されたフィルターの写真(各年4月にCESSで採取)

ゴールデンウィーク特別企画のご案内

Events

| | | |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 4月26日(土) | 「リサイクル工作ーリモコンロボットをつくろう」 | 前後、左右、回転など6パターンの動きが出来る昆虫型ロボットをつくります |
| 4月27日(日) | 「もくもくードライアイスのひみつ」 | ドライアイスに水を入れて出てくるモクモクとブクブクの正体を実験で探ります |
| 4月29日(火・祝) | 「空気の魔法！プラバンUFOと紙コップUFOを作ろう」 | プラバンUFOと紙コップUFOを作りながら、空気の性質を楽しく学びます |
| 5月 3日(土・祝) | 「苔(コケ)のインテリア「コケリウム」をつくろう」(写真1) | 本物の苔を使って、ガラスの中に小さな箱庭を表現しましょう |
| 5月 4日(日・祝) | 「新緑の生態園で春を探そう！誰でも自然探検」 | 新緑の風に吹かれながら、生態園で小さな春を探しましょう |
| 5月 5日(月・祝) | 「五感で楽しむ春の宝探し(ネイチャーゲーム)」 | 春の生態園で宝探し(ネイチャーゲーム)を行います |
| 5月 6日(火・振休) | 「研究所公開」(写真2) | 普段は見られない研究所を特別に公開します |
| 5月 6日(火・振休) | 「体験！エコクラフトと発電チャレンジ」(写真3) | どんぐり工作や電気発電実験など、体験型の楽しいワークショップを開催します |



写真1 苔(コケ)のインテリア「コケリウム」をつくろう



写真2 研究所公開



写真3 体験！エコクラフトと発電チャレンジ

●イベントは変更・中止になる場合があります。あらかじめご了承ください。

CESS情報発信中！

Notice

埼玉県環境科学国際センター (Center for Environmental Science in Saitama) を、もっともっと皆さんに知ってもらうため、YouTube無料動画「CESSチャンネル」や「フェイスブック」「インスタグラム」でも情報発信をしています。フォローお待ちしております！

 YouTube



お問い合わせ

埼玉県環境科学国際センター 総務・学習・情報担当

TEL 0480-73-8363

<https://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

 SAI kankan



休館日:月曜(ただし休日及び県民の日の場合は開館)、開館した月曜日(県民の日を除く)の翌平日、12月29日~1月3日