

研究・事業紹介

- ・地中熱利用のための地下熱環境調査と評価に関する研究…………… 1
- ・ごみ埋立地からのガスを調べる…………… 2

ココが知りたい埼玉の環境 (5)

- なぜ焼却炉からダイオキシンが出てくるの?…………… 3
- 環境学習・イベント情報…………… 4

明けましておめでとうございます。

ニュースレター第14号をお届けします。今号では、地中熱利用に関する調査研究と、ごみ埋立地からのガスに関する調査研究についてご紹介します。また、11月に行った「県民の日ウィーク特別企画」と、12月に行った「クリスマス企画」の様子についてご報告します。

ぜひ御一読いただき、御意見・御感想をお寄せください。

あて先は[こちら \(q738331@pref.saitama.lg.jp\)](mailto:q738331@pref.saitama.lg.jp) です。

◆研究・事業紹介

環境科学国際センターでは、環境の把握、環境問題の解決、環境の創造に向けて様々な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。

地中熱利用のための地下熱環境調査と評価に関する研究

土壌・地下水・地盤担当 主任 濱元 栄起

エネルギー問題や地球温暖化の抑制のためには、水力、地熱、風力などの自然エネルギー（再生可能エネルギー）の活用が大きなカギとなっています。こうした中、どこでも利用することが可能なエネルギーとして「地中熱エネルギー」が注目されはじめています。

まず、似かよった名前「地熱エネルギー」と「地中熱エネルギー」との違いについて述べたいと思います。地熱エネルギーは、火山地帯で地下深部から上ってくる100℃以上の高温の熱で暖まった水蒸気を使って発電用のタービンを回し、電気を作り出すというものです。これに対して地中熱エネルギーは、それが地下100m程度の深さまでに蓄えられた熱エネルギーを指し、電気に変えることなく「熱」そのものを冷暖房や給湯の熱源（冷房の場合は冷熱源）として利用するというものです。

次にこの仕組みについて述べたいと思います。地下の100mくらいまでの温度は年間を通じて20℃くらいで安定し

ています。このため夏に井戸からくみ上げた水は、気温よりも低いため冷たく感じ、冬は気温よりも高いため暖かく感じます。このような性質を利用し、例えば夏は地下水をくみ上げて「冷熱」としてスイカを冷やしたり、冬は、雪国で融雪のために「温熱」として使うことができます。しかしこのままでは、地下温度そのものの暖かさや冷たさしか利用できませんでしたが、エアコンや冷蔵庫などに用いられているヒートポンプ（気体を圧縮すると温度が上昇し、膨張させると温度が下がるという性質を利用した装置）を使うことで、さらに高い温度にしたり、低い温度として利用することができます。

近年、ヒートポンプ技術の向上とともに地中のエネルギーを熱源とする「地中熱ヒートポンプ」が注目されています。これまで使われてきた空気熱源のエアコンは、外の空気を熱源として用いるのに対して、地中熱ヒートポンプは、外気の代わりに、地下100m程度掘った

井戸にUチューブと呼ばれるパイプを通し、そこに循環液を流して地下の熱を地上にくみ上げ、ヒートポンプを使って暖房に適した温度まで上げるという仕組みです（図1）。冬は、熱源である地中の温度が外気よりも暖かく、夏は外気よりも冷たいため、ヒートポンプを動かすために必要な電力が少なくすみ電気代の節約やCO<sub>2</sub>の削減につながります。さらに都市部では空気熱源の

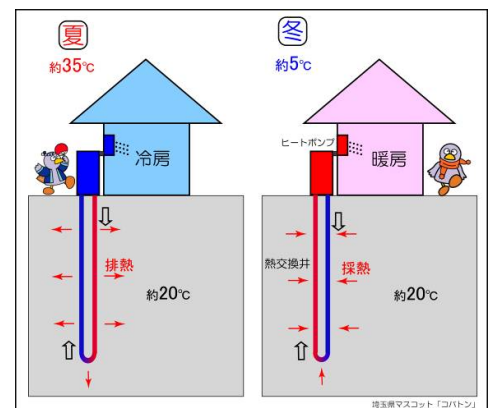


図1 地中熱ヒートポンプシステムの概念図

エアコンの場合、冷房時に室外機から高い熱を大気中に放出するためヒートアイランドを加速しているとの報告もありますが、地中熱ヒートポンプは、室内の温熱を地下に送って蓄えるため、熱を捨てることなく、夏の間に地下に蓄えられた熱を冬の暖房の熱源の一部として利用できる点も環境に優しい点です。

このように環境に優しい地中熱ヒートポンプですが、設置する場合、その場所で地下からどれくらいの熱をくみ上げることができるかに留意して井戸(熱交換井)を設置する必要があります。どれくらいの熱エネルギーを使えるかは、設置する場所の地下の地質や温度、地下水の流れる速さなどによって変わってきます。そこで当センターでは、埼玉県を対象として、県内の各地点でどれくらいの熱を利用できるかという評

価(ポテンシャル評価)を行うために、県内25ヶ所の地盤沈下観測井を活用した地下温度の調査や県内4300か所以上の地質情報、地下水についての情報収集を行い、地中熱ポテンシャルマップの作成を進めています(図2)。このマップが完成すれば、設置した場所でどれくらいの深さの井戸を掘れば

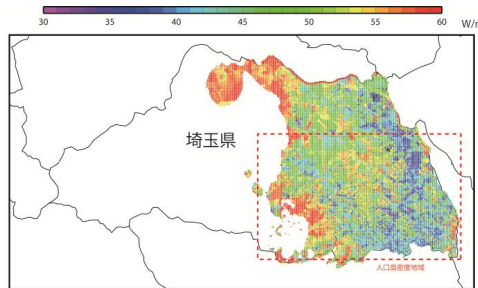


図2 地中熱ポテンシャルマップの例(現在作成中)

どれくらいの熱が得られるかのおおよその目安を知ることができます。また本研究で取得する地下環境の基礎情報(地質や地下温度、地下水の情報)も、実際に設置や施工する業者さんにも有用な情報になると思われます。地中熱エネルギーは、埼玉県でも個別の住宅やオフィスビル(例えば、東部地域振興ふれあい拠点施設や春日部市役所の別館など)にも利用されるなど、様々なところで利用されはじめています。また建物だけではなくビニールハウスでの暖房など農業分野への活用も実証段階に入っています。今後地中熱エネルギーの導入が進めば、電力使用量の低減や地球温暖化対策、都市のヒートアイランドの抑制などに役立つことが期待されています。

## ごみ埋立地からのガスを調べる

資源循環・廃棄物担当 専門研究員 長森 正尚

ガスや汚水(浸出水)を発生させるごみの埋立地は、一般的な自然環境とは異なります。ごみを埋め終わっても、その土地をすぐには利用できません。浸出水は水質を基準値以下まで処理して河川等へ放流されなければならず、発生するガスについては火災防止も義務付けられています。最終的に周囲に影響を及ぼさない状態になったとき、埋立地の管理業務を終了することになります。そのため、浸出水やガスの調査が実施されています。しかし、ガスについては測定箇所や調査手法の選定によって値が大きく異なり、各々の埋立地におけるガスの組成や放出量を比較検討できていないのが現状です。

生ごみなどの有機物が腐敗して発生する埋立地ガス。その主成分は「メタン(CH<sub>4</sub>)」と「二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)」で、メタン生成細菌などの微生物がごみに含まれる有機物を「えさ」として食べて(分解して)できるものです。生ごみを直接埋め立てている埋立地では、発生するガスの量が多くなります。先日、生ごみを埋め立てているスリランカ国の埋立地を調査しました。そのとき、埋立地の表面に小さな穴を深さ約50cm開けましたが、ガスが勢いよく吹

き出てきました。一方、日本では、生ごみのほとんどは焼却処理され、その灰が埋められるようになりました。その結果、埋立ごみには有機物があまり含まれなくなり、埋立地ガスの量は昔に比べると極端に少なくなっています。

埋立地ガスのうち、CH<sub>4</sub>は温室効果ガスとしても知られており、CO<sub>2</sub>の21倍の温室効果があるとされています。それでは、埋立地から放出される温室効果ガスの量はどれくらいなのでしょう。日本国内における「ごみ埋立」由来の温室効果ガスは330万トン(CO<sub>2</sub>の温室効果に換算:以下、CO<sub>2</sub>換算)と推定され、温暖化に寄与する割合は全体の約0.27%とされています(環境省、2009年度)。同様に、埼玉県では12万トン(CO<sub>2</sub>換算)と推定され、温暖化寄与率は全体の約0.29%(2008年度)です。

この数字の大小は人によって感じ方が違うと思いますが、実際の埋立地で測定したものではありません。そこで、環境科学国際センター(CESS)では、埋立地ガスの組成や放出量の測定手法を開発して、実際に埋立地や不法投棄現場で測定を試みています。埋立地や不法投棄現場の内部のガスについては、埋立地に観測井戸を設置し

て経年変化を調査しています(図)。徐々にメタンガス濃度が低下していくことから、埋め立てられたごみに含まれる有機物の量が減少していることが伺えます。

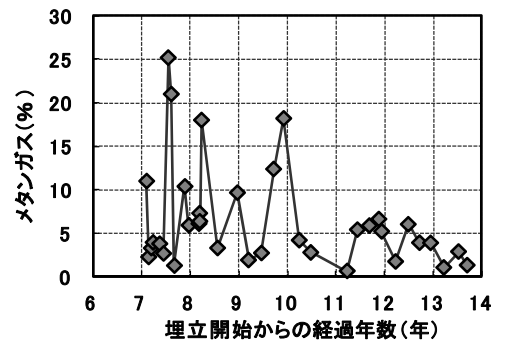


図 埋立地内部のメタンガス濃度の変化例(観測井戸)

他方、ガス放出量については、県内5箇所の埋立地において調査を実施しました(写真)。5箇所のガス放出量(CO<sub>2</sub>換算)は、合計で0.13万トン/年、1箇所の平均値は0.026万トン/年となりました。県内には約40の埋立地があり、仮に平均値を単純に掛け算したならば約1万トン/年(埋立地の温暖化寄与率は全体の約0.02%)になります。埋立廃棄物の質や量は埋立地によって異なるため、この数値の確かさには疑問があります。ただし、ガス放

出量の調査は手間がかかるため、県内すべての埋立地を調査できていないのが実状です。これら推定値及び実測値の両データからみた結果、日本の埋立地は温暖化への寄与がわずかであると思います。廃棄物の埋め立てが地球温暖化の側面からは影響が小さいことが判明しましたが、埋立地周辺への環境影響は別の観点からみなければなりません。すなわち、埋立地が周囲に影響を及ぼさない段階を見極める方法を確立していかなければ、安全・安心が担保されません。こ



写真 埋立地ガス放出量の調査風景

れからは、大地震などの自然災害を含めた想定も必要になってきます。

我が国のごみ埋立量は着実に減少していますが、埋立処分がなくなる日はまだ先だと思えます。しばらくは、埋立地は私たちの生活を支える施設であり続けると思えます。持続可能な循環型社会を構築するうえでも、私たち県民がより安心できる埋立地づくりが重要であり、埋立地ガスの管理手法の確立などの技術開発を今後も継続していく必要があります。CESSはその一翼を担わなければならないと考えています。

## ◆ココが知りたい埼玉の環境(5)ーなぜ焼却炉からダイオキシンが出てくるの？

当センターのホームページ上では、「ココが知りたい埼玉の環境 (<http://www.pref.saitama.lg.jp/site/cess-kokosiri/>) 」というコーナーを連載しています。このコーナーでは、よく分かっているようでいて、明快な答えがすぐに思いつかないような身近な環境に関する質問や素朴な疑問について、当センターの研究員がズバリお答えしています。

### 質問

ゴミを燃やすと、なぜ有毒な「ダイオキシン」ができるのですか？

### 答え

ゴミを燃やすと難分解性で有毒な環境汚染物質である「ダイオキシン」ができることはよく知られています。この「ダイオキシン」は、ジベンゾパラジオキシン、ジベンゾフラン、ピフェニルという3つの化合物に塩素が結合した化合物群の総称です。塩素の数や結合する位置によって200種以上の化合物が存在します。単一の化合物でないことを明示するためにしばしば「ダイオキシン類」といわれます。ダイオキシン類は、化合物により毒性が異なるため、最も毒性の強い化合物の毒性にそれぞれ換算して合計した毒性等量(TEQ)で環境基準や排出基準と比較します。

埼玉県内で1年間に環境中に排出されたダイオキシン類の量(TEQ)は、平成9年度では338 g-TEQでしたが、年々減少して平成14年度には平成9年度の9割以上の削減を達成し、以降その状態を維持し続けています。平成22年度では平成9年度比97%減の9.0 g-TEQとなりました。環境中に排出されるダイオキシン類のほぼ100%が大気中へと排出されたものです。このうち、小型焼却炉、民間廃棄物焼却施設、市町村等ごみ焼却施設が85%を占め、廃棄物焼却を起源とするダイオキシン類が高い割合で排出されていることがわか

ります。

廃棄物焼却炉は、焼却物を完全燃焼させるために800℃以上で焼却することが義務づけられています。それは、このような高温で焼却を行えば、ダイオキシン類でも分解するからです。しかし、このような焼却で発生したガスでも、冷却する過程においてダイオキシン類が生成してしまうことが知られています。この生成反応はデノボ合成と呼ばれています(図)。

デノボ合成は、燃焼温度よりも低い300～500℃程度で進行することが知られています。また、200℃以下では、デノボ合成はほとんど進行しないと考えられています。したがって、800℃以上の高温で完全燃焼してできた燃焼ガスがゆっくり冷えていくとデノボ合成は進行してダイオキシン類の生成量は増加すると考えられています。デノボ合成によるダイオキシン類の生成を抑えるためには、燃焼ガスが300～500℃で滞留する時間をできる限り短くするように、速やかに冷却することが効果的と考えられています。また、デノボ合成によるダイオキシン類の生成を抑制するためには、廃棄物中の塩素の量を少なくすることも効果があると考えられています。なお、1時間あたり100kg以上焼却する焼却炉には冷却設備を設置す

ることが義務づけられています。

焼却炉から排出される焼却ガスは気体成分と固体成分(ばいじん)で構成されていて、ダイオキシン類はその両方に存在しています。そこで、より効果的にダイオキシン類の排出を抑制するために、原則1時間あたり30kg以上焼却する焼却炉には、ばいじんを除去するための機能を有するばい煙処理設備を設置することが義務づけられています。

ダイオキシン類の環境への排出量が大幅に削減されてきたことは、はじめに述べたとおりですが、これは、県民や関係事業者の協力により総合的なダイオキシン類対策に取り組んできた結果です。しかし、新たに発生するダイオキシン類の多くは、廃棄物の焼却が原因となっています。焼却する廃棄物を減らすことがダイオキシン類の排出量を削減することにつながるのです。

〔化学物質担当 大塚宜寿〕

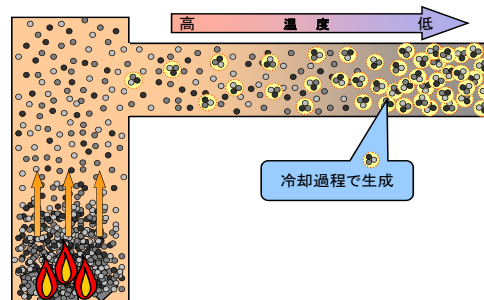


図 燃焼ガス中でダイオキシンが生成するイメージ

## ◆環境学習・イベント情報

### 特別企画のご報告

環境科学国際センターでは、環境問題に対する理解を深めていただくため、県民実験教室や生態園体験教室などの講座や講演会を実施しています。今回は、11月12日(土)～11月14日(月)に行った「県民の日ウィーク特別企画」と、12月に行った「クリスマス企画」の様子をご報告します。

#### ★「県民の日ウィーク特別企画」

11月13日(日)及び14日(月)の県民の日には、サイエンスショーをはじめ、川の石に絵を描くストーンペインティングやアルミの空き缶を使ったリサイクル工作、当センター生態園での自然観察会など盛りだくさんの講座を開催し、多くの方々に参加していただきました。また、あわせて「研究所見学ツアー」も実施し、普段は見ることのできない研究所内を、研究員から説明を受けながら見学していただきました。



サイエンスショー  
(空気ってチカラもち?)



サイエンスショー  
(-196℃の世界)



ストーンペインティング



リサイクル工作  
(静電気モーターを作ろう)



リサイクル工作  
(オリジナルしおりづくり)



自然観察会  
(見てみよう秋の生態園)

#### ★「クリスマス企画」

12月の県民実験教室や生態園体験教室は、玉ねぎの皮などを使った草木染めや生態園で拾った木の葉や花などを使ってリースを作る講座など、クリスマスのこの時期に楽しい講座を実施しました。



生態園体験教室  
(実りのリースを作ろう)



県民実験教室  
(草木染めをしてみよう)



(廃油からクリスマスアロマキャンドルを作ろう)

### 今後の講座のご案内

#### ◆事業所環境セミナー

日時 2月16日(木) 13:30～16:30

内容 講演「国内の事業系プラスチック・繊維廃材のリサイクルの現状と課題・・・中国企業との連携による自己完結型リサイクルの事例を通じて」

事例発表「事業所における環境問題への取組」

対象 事業所の環境担当者

定員 80名(申込順)

費用 無料

#### ◆県民実験教室(不思議な万華鏡を作ろう)

日時 3月25日(日) 10:00～、12:30～、14:20～

(各回80分)

内容 万華鏡の不思議や仕組みを教わり、万華鏡を手作りします。

対象 どなたでも(小学生以下は保護者同伴)

定員 各回30名(申込順)

費用 100円

申込 事前申込:各回15名

[3月1日(木)から電話受付]

当日申込:各回15名(当日先着順)

#### ◆身近な環境観察局ワーキンググループ活動成果発表会

日時 2月19日(日) 10:00～15:40

内容 観察局ワーキンググループ活動成果発表、研究員による講演

対象 一般の方

定員 50名(申込順)

費用 無料

※講師の都合により、開催時間・内容等が変更となることがあります。

#### お問い合わせ

環境科学国際センター学習・情報担当 TEL 0480-73-8363

URL <http://www.pref.saitama.lg.jp/soshiki/f16/>

[休館日:月曜(ただし休日の場合は開館)、開館した月曜日の翌平日、年末年始12月29日～1月3日]