

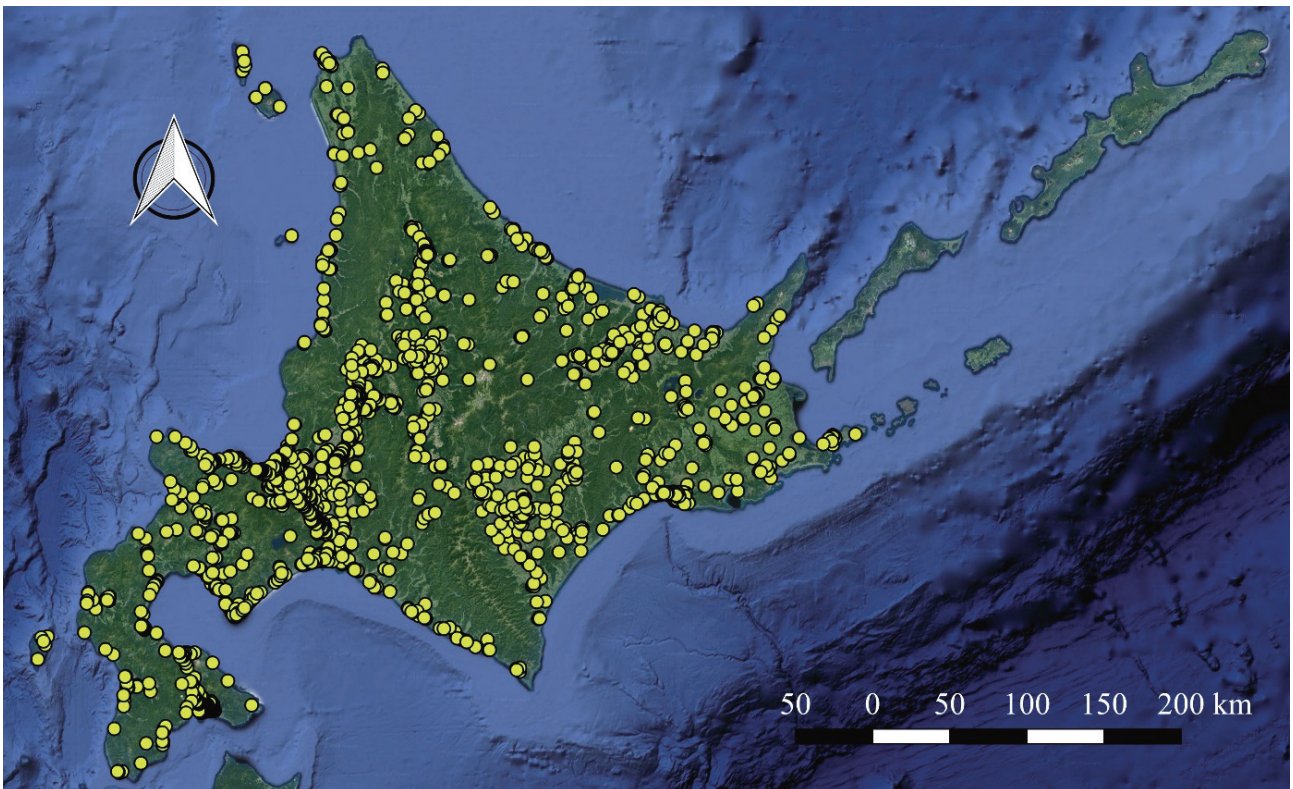
エコ333 北海道

Ecology of Hokkaido

環境科学研究センターニュース 第51号 2018

特集 環境中の化学物質はどこからきてどこへいくのか？

—化学物質の環境調査とシミュレーション—



北海道内における化学物質排出移動量届出制度(PRTR制度)届出排出源の分布

特集

環境中の化学物質はどこからきてどこへいくのか？

—化学物質の環境調査とシミュレーション—

■はじめに■

「錬金術」をご存じの方は多いかと思えます。錬金術は、「万物は「火」「空気」「水」「地」の四元素から成る」という古代ギリシアに唱えられた四元素説を基にした「卑金属の四元素の組成を操作し黄金固有の組成にすれば、卑金属は黄金に変化する」との発想のもとで中世に試みられました。後には生成対象が派生し、不老不死の霊薬の生成を目指すパラケルススのような者も現れました。錬金術師たちは豊かな生活を夢見て、「黄金」や「霊薬」の生成を試みたのです。この錬金術、現代人の眼にはオカルトのように映るかもしれませんが、実は現代にもこれに似た試みがあります。何でしょうか？ 化学合成です。化学者が豊かな暮らしの実現に向けて有用な「化学物質」を合成する様は、かつての錬金術師に通じる気がします。

ところでこの「化学物質」、一体何種類ほどあるかご存知でしょうか？ ケミカル・アブストラクツ・サービスが提供するCAS REGISTRYSMという化学物質のデータベースを参照すると、1975年の登録数は約300万種類でしたが、2017年12月現在では1億3500万種類以上となっており、その登録数は加速度的に増加しています(図1)。CAS REGISTRYSMには、製造が中止された物質や非意図的に生成する物質も登録されているので、登録物質の全てが現在利用されているというわけではありません。しかしながら、この登

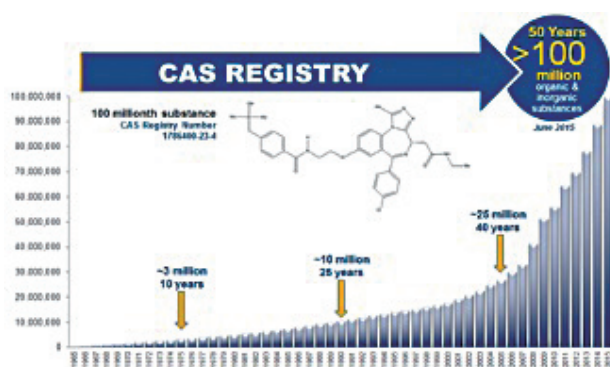


図1 ケミカル・アブストラクツ・サービス HPより登録化学物質数の推移 (<http://www.cas.org/>)

録数から、私たちがどれだけ多くの化学物質に囲まれて暮らしているか実感がわくかと思えます。一方で化学物質の中には人の健康や生態系への悪影響が懸念されるものや、影響が未解明な物質も存在します。人の健康や生態系の保全のためには、環境中の化学物質がどこにどれだけ存在し、どこからきてどこへいくのか(環境動態)を詳しく知り、化学物質が人の健康や生態系へ悪影響を及ぼすおそれ(環境リスク)を評価することが求められます。化学物質の環境リスクに関して当センターが取り組んでいる研究の一部を紹介します。

■環境中に化学物質はどれくらいあるのか■

様々な化学物質が広く利用されているので、その排出源も事業所、家庭、農地や自動車など様々です。そのなかで有害なおそれのある化学物質について、どこからどれだけ環境に排出されたかというデータを集計し公表する仕組み(PRTR制度)があります。表紙に示した図は、2001年から2015年において、北海道内の事業者から一定量以上の化学物質を排出したとの届出があった地点を示しています。この図から、北海道内でもいたるところから化学物質が排出されているのがわかります。また、家庭、農地や自動車などからの排出量も推計され、国から公表されています。

(<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>)

では、化学物質は環境中にどのくらい存在しているのでしょうか。それを知るために1974年度から継続して実施されている「化学物質環境実態調査」があります。この調査は環境省が主体の調査ですが、当センターなどの全国の地方環境研究所が大きな役割を担っています。空気や川、湖、海などの水や泥、魚などについて、(1)一般環境中で高濃度が予想される化学物質 (2)人や動植物への長期毒性が否定できない化学物質 (3)難分解性、高蓄積性、長距離移動性、毒性を有する物質(残留性有機汚染物質; POPs)といった、環境リスクが高いと考えられる物質を中心に、これまでに1000種類を超える化学物質について分析方法の開発や残留状況の把握が行われてきました。調査で得られた知見は、環境汚染の早期発見、環境リスクを推定する際の基礎データや、様々な化学物質対策に役立てられています。



図2 ハイボリウムエアサンプラーによる大気試料の採取



図3 エクマンバージ採泥器を用いた港湾の泥(底質)の採取

■数理モデルを用いた化学物質の濃度推定■

一般的な環境調査は、図2や図3のように実際に人が行って、大掛かりな調査用具を使って環境試料を採取します。それを実験室で様々な分析装置を使って物質を特定してその量を明らかにします。それにより「ある地点」の「ある時点」の状況がわかります。リスクをより精確に評価するためには、環境中の化学物質がどこにどれだけ存在し、どこからきてどこへいくのか(環境動態)をくわしく知る必要があります、そのためにはたくさんの地点や時期の結果を集めて考察する必要がありますが、多種類の化学物質に対して網羅的・継続的な調査を行うのは多大な時間と労力を要し、事実上不可能です。

そこで、近年コンピュータが高性能化したことから、数理モデルを用いて化学物質の濃度分布を推定するシミュレーションのためのモデルが開発・利用されてきています。例えば、工場の煙突などから排出される大気汚染物質の拡散予測モデル(経済産業省一低煙源工場拡散モデル: METI-LIS) や河川水中の化学物質濃度予測モデル(産総研-水系暴露解析モデル:

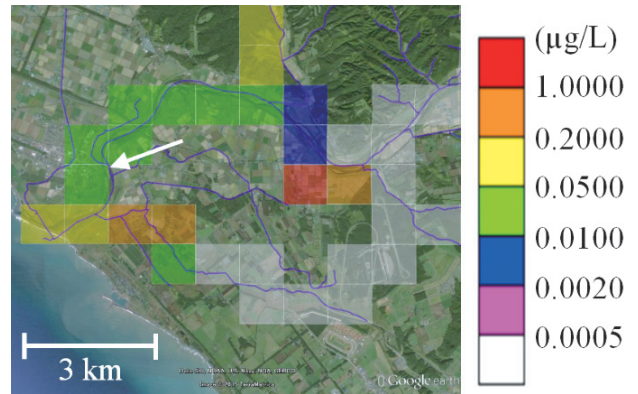


図4 AIST-SHANELによる河川水中農薬の濃度推定の例

AIST-SHANEL) があります。これらは、対象とする化学物質の物性値(沸点・揮発性など)、化学物質の排出源の情報(位置・規模など)、気象データ等を用いて環境中における化学物質の状況を再現しています。もちろん、実際の環境を完璧に再現するのは不可能で、良好にシミュレーションすることができる状況というのは限定されます。そこでモデルの利用に先立ち、利用したい状況における適用可能性を検討する必要があります。例えば、AIST-SHANELについて道内の主要河川の流量を検証したところ、非積雪期では良好に推定できるという結果が得られました。そこで非積雪期に使用される農薬の河川水中濃度を推定した結果が図4になります。矢印の地点で採取した環境試料の実測値(4試料)の平均値と、推定値とを比較すると、その差は2倍以内とおおむね良好な結果が得られました。

環境調査は地点数や回数を増やすことに限界があり、シミュレーションは適用条件に制約があることから、どちらかだけに頼るのではなく、両者を活用していくことが大切です。

■おわりに■

冒頭で紹介したパラケルススは毒性学の祖とも呼ばれますが、彼は「毒ではない物質は無く、用量が毒か薬かを区別する」と唱えました。私たちが化学物質の利便性を享受するときも「毒ではない化学物質は無い」ことを忘れずに、社会に対する「薬」として機能するよう努めねばなりません。そのためには化学物質の環境リスクの評価に基づく適切な管理が肝要です。私たちの調査研究がその一助となれば幸いに思います。

(環境保全部 飯屋 遼)

よもやま話

■いまさら「ダイオキシン」？■

「ダイオキシン」という言葉が、新聞や雑誌を賑わしたのは、もう20年近くも前のことになります。1997年に、ニュース番組でごみ焼却場からのダイオキシンの排出と農産物への影響が指摘されたことから、「ダイオキシン」に対する懸念が一気に拡がりました。こうした状況をうけて、「ダイオキシン」の排出を抑制するために「ダイオキシン類対策特別措置法」が1999年に施行されたのです。ところで、お塩（塩化ナトリウム）は単一の化学物質ですが、「ダイオキシン」は違うことをご存知でしょうか？「ダイオキシン」は似たような構造をもつ化学物質の総称であるため、正確には「ダイオキシン類」と呼びます。「ダイオキシン類」を構成する元素はたったの4種類、炭素と酸素と水素と塩素です。この4種類の元素は、きわめて身近に存在しています。このことは、条件さえ揃えば、身のまわりで簡単に出来てしまうことを意味しています。例えば、生ゴミやプラスチックを庭の焚き火で燃やしたとしましょう。その場合、確実にダイオキシン類が発生しています。では、落ち葉や木の枝だけなら大丈夫でしょうか？いいえ、この場合も、ほぼ確実にダイオキシン類が発生しています。山火事でダイオキシン類が発生するという報告もあります。ですから、人類が誕生する以前から、実は地球上にダイオキシン類が存在していたということです。だからといって、ダイオキシン類の危険性が否定される訳ではありません。「ダイオキシンで死んだ人はいない」という意見がありますが、ベトナム戦争における枯れ葉剤（ダイオキシン類が混入していた）の散布により、多くの死産や先天性異常があったことが報告されており、「いない」と断定はできません。化学物質は、恐れすぎてもいけないし、軽視するのも良くありません。ダイオキシン類に関する様々な問題は私たちに、化学物質に関して「科学的なエビデンス（証拠）に基づいて冷静に考え、適度に恐れる」ことを求めているのです。

（環境保全部 永洞 真一郎）

トピックス

■第11回環境科学展■

平成29年10月22日（日）、札幌市青少年科学館で開催された「第11回環境科学展」に出展しました。今年のタイトルは「カンキョウノ、ナゾヲトケ！（パズルと暗号で環境を学ぼう!）」です。環境問題に関する様々なパネルを設置し、これをヒントにクロスワードパズルと謎解きにチャレンジしてもらい、155名の参加がありました。参加者には、謎解きに使うピタゴラ暗号棒と北海道の自然を題材にした職員手作りの絵がきをプレゼントしました。



■お知らせ■

《機器貸出を開始しました!》

環境科学研究センターでは、平成29年11月から試験機器の貸出を開始しました。

機器使用をご希望される方は、環境・地質研究本部企画調整部企画課までご連絡ください。

技術指導や依頼試験なども行っていますのでご相談ください。

●詳細については、次のホームページをご覧ください。
<http://www.hro.or.jp/list/environmental/research/ies/support/index.html>

お問い合わせは

〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目
地方独立行政法人北海道立総合研究機構
環境・地質研究本部 企画調整部企画課
TEL 011-747-3521 FAX 011-747-3254
e-mail ies@hro.or.jp

平成30年2月
センターニュース編集委員会