

ようこそ
私の研究室へ 55

・小松登志子



ヒートポンプシステム利用による地下環境への影響を解明する
高度な地下水利用・管理手法の開発を目指します。

PROFILE

小松登志子 (こまつとしこ)
埼玉大学 大学院理工学研究科 教授

広島大学理学部化学科卒業。同大学工学部土木工学科助手、カリフォルニア大学デイビス校客員研究員、広島大学工学部助教授などを経て、2002年から埼玉大学大学院理工学研究科教授。09年から同大学環境科学研究センター分子環境工学部門長兼任。工学博士。専門は土壤環境科学。地中の農業や重金

属などの挙動の研究を通じて、地中の熱移動の重要性に着目。10年からJST CRESTの研究課題「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」研究代表者として、地下水利用による地中温度の変化が土壌環境に及ぼす影響を解明し、持続的で高度な地下水利用・管理手法開発を目指す。



地下の温度が上昇すれば
汚染物質が水に溶ける可能性も

「地下水は1年中温度が安定していて、夏は冷たく、冬は温かく感じます。これを利用して冷暖房を行うヒートポンプシステムは、省エネや二酸化炭素削減の観点から期待されていますが、その一方で懸念されるのが、地下環境に及ぼす影響です」

通常の冷房は、大量の熱を大気に排出するため、ヒートアイランド現象の一因となる。一方、ヒートポンプシステムは地下水や地中熱などを利用して室温を下げるだけでなく、発生した熱を大気に排出せず、再び地中に戻すため、ヒートアイランド現象を防ぐとも期待されている。しかし、熱をもった水が戻れば、当然地下の温度は上昇する。気温の上昇に比べれば大した影響はないと思われるかもしれないが、土壤環境科学が専門で、地下の農業や重金属などの挙動を研究している小松登志子さんは「地下環境の変化が私たちの生活にも影響を及ぼしかねない」と指摘する。

「地下の温度が上昇すれば、微生物の活動が活発になって有毒ガスが発生するかもしれませんが、また、重金属などの有害な物質が地下水に溶けはじめる可能性もあります」

そうなれば、作物などにも影響が及ぶ恐れがある。しかし、ヒートポンプシステムによって実際に地下の温度がどう変化し、地下環境にどんな影響を及ぼすのか、確かなデータがないのが現状だ。そこで小松さんは、3つの大学の共同プロジェクトを起ち上げ、研究に取り組みはじめた。

「地下環境への影響の恐れがあると言っても、私たちはヒートポンプシステムに反対しているわけではありません。今のうちに調査を行うことで、地下環境に影響を与えない利用

方法を提案できると考えているのです。被害が起きてから調査をしたのでは遅すぎますからね」



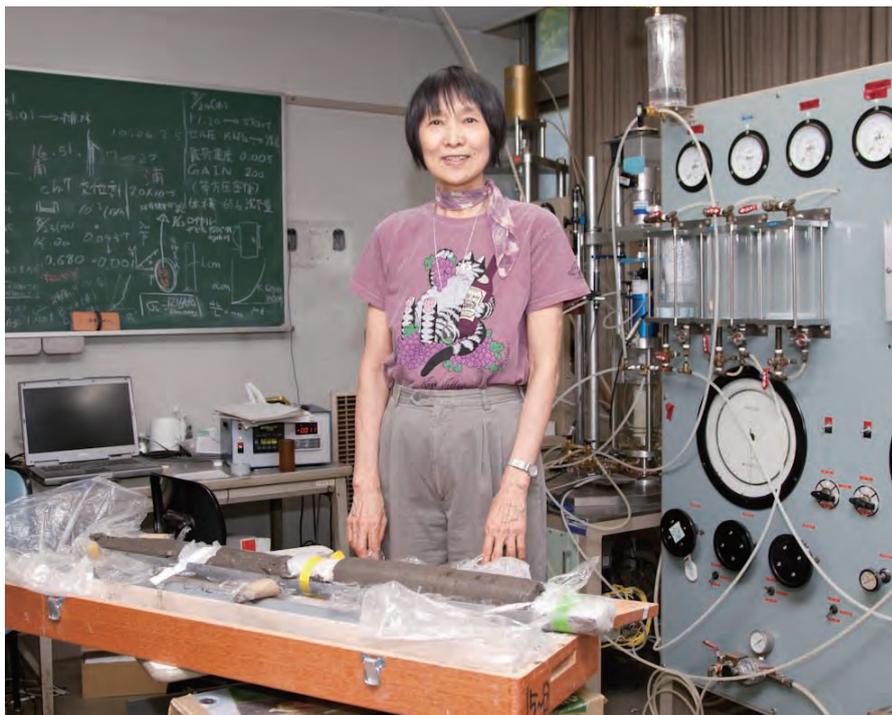
直筆の手紙で開いた
土壤環境科学への道

「本が好きで、大学は文学部に進むつもりでした。転機になったのは高校の化学の授業です。AとBを混ぜるとCができる——その不思議さに魅せられました」

興味の赴くままに理学部化学科に進んだ。専門は天然物有機化学。植物の中の成分を調べる実験に明け暮れた。そして迎えた進路決定の時期、工学部土木工学科での



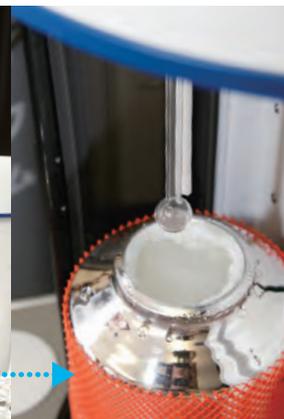
さまざまな機器が並んだ実験室。室内で土壌の様子を再現し、温度などの条件の変化による土壌内物質の挙動への影響などをシミュレーションする。



他大学が参加したプロジェクトを巧みに引っ張る小松さん。「若くて優秀な皆さんがスムーズに研究を進められるよう、配慮するのが私の仕事。各自の興味を尊重しながら、情報交換にも努めています」



埼玉大学の構内の一角で約50mの深さまでボーリング掘削を行い、ヒートポンプシステムを設置。5mごとに温度センサーも設け、システムの使用による地下水の温度変化などの影響を調査する。



ボーリング掘削によって得られた試料を分析。圧力をかけ水銀をしみ込ませて内部構造を調べたり、窒素を吸着する量から土の粒子の表面積を調べたりと、さまざまな手法で地下環境を解明する。

助手募集の話聞き、方向転換を決断する。「特に土木工学に興味があったわけではありません。朝から晩まで実験ばかりしていたから、それまでの研究に飽きてしまっていたのですね(笑)」

こうして飛び込んだ土木工学科で、土壌を用いた水質浄化についてのテーマで文献にあたっていたところ、ある論文に興味を抱いた。その論文では、上から流したある化学物質が土壌中で別の物質に変化する過程が測定され、解析されていた。論文を参考に研究を重ねるうちに、小松さんの心の中で、論文の著者である米国カリフォルニア大学デビス校のニールセン教授のもとで「さらに学びたい」という気持ちが募った。そしてある日、思い切って先生に手紙を書いた。

「まだ電子メールもない頃で、手書きの手紙を送りました。失礼なことに返信用の封筒も入れなかったのですよ。今考えれば冷や汗ものですが、先生から『すぐにいらっしゃい!』という返事が来たのです」

こうして海外留学が実現した。充実した研究生活のなかで、カラムなどを用いて「地下の汚染物質の挙動を調べる」という、土壌環境科学の最先端の研究テーマに出会った。自分の足の下で、さまざまな物質が動いている——そんな現象を解明したいという気持ちが湧き起こり、帰国後もこの研究を続けようと心に決めた。



**基礎的な研究を積み重ねれば
いつか世の中の役に立つ**

「アメリカでは地下水を飲料水などに利用する割合が高いこともあり、汚染物質の挙動の研究も進んでいたのですが、1980年代の日本ではまだ誰も手をつけていませんでした。苦勞もありましたけれど、調べるほどいろいろと興味深いテーマが浮かんできて、気が付け

ばここまでできた感じですね

その1つが、「土壌コロイド」と呼ばれる土の細かい粒子の存在だ。土は1つの場所にとどまって動かないイメージがあるが、土壌コロイドは雨や地下水と一緒にあちこちを動きまわる。それが汚染物質を拡散させる役割を果たしていると、考えられるのだ。

「汚染物質のなかには、土にくっつきやすく、拡散しにくいと思われるものがあります。しかし、そうした物質が土壌コロイドにくっつき、一緒に遠くへ運ばれると考えられるのです」

福島第一原発の事故で注目を集める放射性物質のセシウムも、その可能性があるとい

う。ほかにも、ヒートポンプの影響の研究につながった「熱による物質の挙動の変化」など、土壌環境科学の研究テーマには、私たちの生活への応用が期待されるものが少なくない。しかし、小松さん自身の研究動機は応用よりも、「地下で起こる現象の解明」という基礎的部分にあるという。

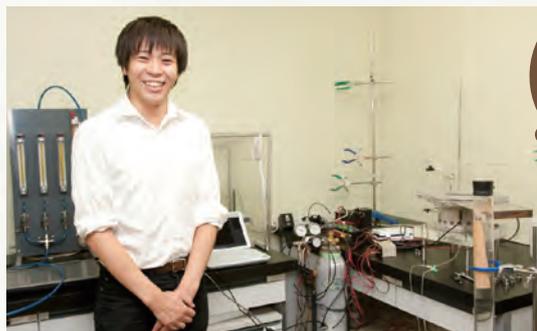
「試行錯誤を重ねた末に、物質の挙動が簡単な式で表されたりした瞬間には、何よりも喜びを感じます。しかし、応用を考えなくてよいと思っているわけではありません。基礎的な研究を積み重ね、成果を上げることこそが、いつか世の中の役に立つ——それこそが私の信念なのです」

研究の概要

ヒートポンプシステムがもたらす地下の温度変化の実態と環境に与える影響を調査し、持続的な地下水管理手法の開発を目指している。

まず、埼玉大学、日本大学、東京農工大学構内に深さ50m程のボーリング孔を設置し、地下環境を調査する。そこにヒートポンプシステムを導入して、地下の温度変化

などを長期的にモニタリングするとともに、室内実験によって、物理・化学・熱環境の変化が地中の物質の移動や微生物の生態などに与える影響を調査する。さらに、得られたデータから、地下の構造や物質移動などに関するモデル化を行い、地下の温度変化が地下環境に与える影響を評価するツールを開発する。これを活用して、ヒートポンプシステム導入が地下環境に与えるリスク予測を行い、環境リスクを最低限に抑えるための地下水利用・管理手法を提案する。



地下の土壌に隠されたさまざまな謎を解明していきます!

小松さんの信頼が厚い助教の濱本昌一郎さん。土の湿り具合を制御しながら物質の挙動を調べるなど、独自の装置開発にも意欲的に取り組んでいる。