

地域から世界へ広がる有害物質の 汚染と影響を環境化学で究明

愛媛大 沿岸環境科学研究センター 田辺信介研究室

人間の活動によって排出されたダイオキシン類や水銀などの有害物質は、空気中に気化して地球を巡り、極域（北極や南極）に集積される。愛媛大・田辺信介教授の研究室では、これらの有害物質が環境や生物に及ぼす地球規模での汚染と影響について究明し、生態系をリスクから守る方途の提言を目指している。数々の常識を覆す発見をしてきた田辺教授に、研究のだいご味やこれからの研究者に求められる資質について聞いた。

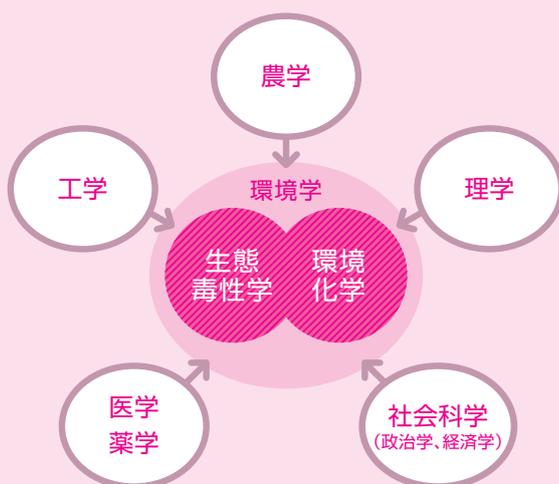
フローチャートで分かる田辺研究室

大学院生の 主な出身分野

- 農学
- 理学
- 薬学
- 社会科学
- など

◎大学院生の出身学部は農学、理学を中心とし、薬学や社会科学分野にまで多岐にわたる。他大学出身の大学院生は、全体の3割程度。ベトナムやインド、ガーナ、韓国など、海外からの留学生も多い。

研究にかかわる 学問分野と研究内容



◎研究室では、環境学分野の中でも特に有害物質の汚染実態を明らかにする「環境化学」と、ヒトや野生生物への影響を遺伝子レベルで探る「生態毒性学」の知見から、環境汚染の生態リスクを解明しようとしている。今後は、理系・文系にまたがる幅広い分野との境界領域が重要な研究テーマとなる。

研究成果と 社会のかかわり

- 有害物質の
汚染情報提供
- 生態リスクの啓蒙^{はいもう}
- 行政への提言
- など

◎化学物質の生態汚染及び影響に関する情報提供と啓蒙、有害物質の使用規制に関する政策提言などを行う。発展途上国ではごみ処理施設の現状や有害物質を含む地下水の危険性を明らかにし、政府や国際機関へ働きかけて化学物質による健康被害の拡大防止に努める。

野心的に「世界一」を目指せ

環境学分野が求める学生像

野心的で弱音を吐かない

あきらめが悪い

気力・体力に自信がある

ずうずうしい

私は駆け出しの研究者の頃から、常に「世界一」を目指してきました。研究は新しいことを発見する作業であり、それは大なり小なり「世界一」になるということです。環境学は自然科学だけでなく社会科学すなわち一般社会や政治とかかわりを持つ学問です。時には企業や行政と論を交えます。そのため、自分の論を構築する技量や誰に反論されても折れないぶとさが必要なのです。また、勉強が出来れば良い研究が出来るわけではありません。研究の世界では知力がすべてだと思われがちですが、知力がものを言うのは「勉強」の段階まで。勉強は「先人の発見を覚えること」であるため、知力に重点が置かれますが、研究の世界では体力と気力もバランス良く備えなければ、絶対に成功しません。むしろ気力と体力が抜群なら、最後は知力の高い人を超える実績を上げることも可能です。粘り強く野心的に努力出来る若手が「世界一」の研究者になれるのです。

高校生へのメッセージ

大切にしてほしいのは恩師の存在です。私自身、学生時代に恩師と出会ったことで、その後の人生が大きく変わりました。優れた人物との出会いは研究者の人生観に大きな影響を及ぼします。ただし、「人生の師」とは意識しなければ出会えないものです。自分からそのような人物を見つける努力をして欲しいと思います。



田辺信介 教授 Tanabe Shinsuke

愛媛大沿岸環境科学研究センター教授。愛媛大大学院農学研究科農芸化学専攻修了。愛媛大農学部助手、文部省在外研究員、愛媛大農学部教授などを経て、現職。1999年日産科学賞、2005年日本環境科学会学術賞、08年北米環境毒性化学会 Educational Award 国際賞、09年日本学術振興会科学研究費補助金第一段審査貢献表彰など、受賞歴多数。グローバルCOEプログラム拠点リーダー。

研究内容

瀬戸内海から南極に地球規模で広がる汚染の実態を解明

私は、環境ホルモンの有害物質による環境の汚染、生物への蓄積や影響を地域的・地球規模で解明する研究に取り組んでいます。

しかし、元々この分野を志望していたわけではありません。学生時代は大学紛争の真ただ中で、授業はまともに受けられず、講義があっても大半の先生は教科書の棒読みで、全く興味が持てない状況でした。

ところが、立川涼先生（元高知大学長、愛媛大名誉教授）だけは違いました。留学先から帰国したばかりの先生は、当時アメリカで問題になっていた農薬汚染を題材に熱のこもった授業をされていました。日本では汚染や公害が社会問題になり始めた頃で、環境という言葉も定着していない時代でした。教科書を使わず、スライドを多用する授業スタイルもユニークでした。他の授業では出席を取ったらずきに教室を出ていきましたが、立川先生の講義だけは最前列の席で最後まで聞いていました。

大学4年生になると、立川先生の研究室に所属し、瀬戸内海の汚染について研究を始めました。汚染の実態や海洋生物に蓄積しやすい物質の動態などについて研究を進めるうちに、不可解な事象にぶつかりました。瀬戸内海に残る有害物質の量が、陸域で使われた量に比べて極めて少なかったのです。「有害物質は自然界では分解されにくい」といわれていましたから、その消失の理由を探りました。その頃、科学雑誌で「北極海の海が汚染されている」という論文を読み、気付いたのです。「有害物質の残存量が瀬戸内海で少ないのは、気流や海流によって地球規模で広がったからではないか」と。

「この仮説を自分で証明したい」という衝動に駆られ、立川先生にお願いして東京水産大（現、東京海洋大）の調査船に乗せてもらい、南極海で空気や海水の汚染を調べました。その結果、人間活動の場から遠く離れた極域の海が有害物質によって汚染されていることを明らかにできたのです。化学物質は、水温が高いと空气中に放出され、気温が低いと空から水へ溶け込む性質があります。



写真 現地で採集した土壌や生物のサンプルを特殊な分析機器を使い、分析する

産業活動によって産出された有害物質は、水温の上昇に伴ってガス化し、気流に乗って地球を巡り、最終的に発生源から遠く離れた極寒の海に集積することが分かったのです。

1988年には、もう一つ、研究人生の転機となる出来事がありました。アメリカ留学を終えて東回り帰国する時に、人類が生産・利用した化学物質が原因と思われる野生生物の異常をたくさん目にしたので、くちばしの曲がった水鳥、奇形のイルカ、アザラシの大量死……。どれも偶然とは思えませんでした。いずれも背後に化学物質のリスクがあると考え、帰国後、野生動物の汚染研究に着手しました。

この研究で、常識を覆す発見がありました。当時、ほ乳類の体内における化学物質の蓄積量や毒性に対する感受性の生物種間差は小さいと考えられていました。ところが、私たちが調べてみると、イルカやクジラなど海を生息地とするほ乳類は、ヒトなど陸上の動物よりも、ダイオキシン類やDDTといった有害物質の残留濃度がけた違いに高いというデータが得られたのです。

私は目を疑いました。大半の化学物質は陸地で使われているのですから、汚染源近くに住む陸棲動物の方が高い濃度になると考えるのが普通です。しかし、何度、分析しても結果は同じでした。これを機に、私は海のは乳動物を対象とした研究に没頭し、海棲ほ乳類は有害物質の分解能力が著しく弱く、毒性に対する感受性が強いことを突き止めたのです。私たちの研究は、生態毒性学の専門家との共同研究によって飛躍的に前進しました。有害物質が動物に及ぼすリスクは、

物質の量だけでは決まりません。化学物質は微量でも、その動物の感受性が強ければ重大な影響が現れます。感受性は動物種固有の遺伝子配列や機能で決まり、それを知るためには分子生物学の知見が必要です。私たちは、生態毒性学の専門家と共同で、化学物質の毒性に対して動物がどの程度の感受性を持つのか、遺伝子レベルの研究に取り組んでいます。その結果、ヒトは肝臓の酵素で化学物質をある程度分解出来ませんが、イルカやクジラは酵素の働きが弱いために化学物質を分解出来ないことが分かりました。

研究の楽しさは、世界の常識を覆すことにあります。根拠を示して定説を覆す研究成果は、唯一無二という意味で、真に世界一なのです。しかし、世界一になれる新しいテーマを見つけることは容易ではありません。新しい発見を求めるとしたら、それは異分野との接点にあると、私は考えています。他の分野に興味を持ち、自分の分野と関連付けようとする意欲が、発見につながる。これから環境学を目指す人には、こうした姿勢が求められると思います。

研究のやりがい
新しい発見が
研究者の意欲をかき立てる

用語解説

① 環境ホルモン
「内分泌攪乱化学物質」の通称。環境中の有害物質のうち、生体の成長や行動、繁殖などのホルモン作用を阻害する物質。PCB(ポリ塩化ビフェニール)やDDT(有機塩素系の殺虫剤)、ダイオキシン類などがその代表で、分解されにくく、いったん環境中に放出されると、長期間、残留する性質がある。

② ダイオキシン類
ポリ塩化ジベンゾパラジオキシンと、ポリ塩化ジベンゾフラン、コプラナPCBの総称。強い毒性を持つ。廃棄物の焼却、パルプの塩素漂白、農薬の製造工程などで非意図的に生成する。

③ DDT
有機塩素系の殺虫剤。かつては農薬や防疫目的で広く使用されていたが、発がん性や内分泌攪乱作用のあることが判明し、日本を含め、世界各国で使用禁止となった。

途上国沿岸域における環境汚染の実態を探る



染矢雅之さん
Someya Masayuki

愛媛大大学院理工学研究科
環境機能科学専攻博士後期課程3年
(大分県立佐伯鶴城高校卒業)

Q なぜ環境分析化学を学ぼうと思ったのですか

A 私が高校生の頃、バイオテクノロジーノロジーや遺伝子の研究が盛んになりました。バイオテクノロジー分野を学びたいと愛媛大農学部へ進学しましたが、3年生の時、田辺教授の授業を受けて、方向が大きく変わりました。人間が作り出した化学物質が野生生物に深刻な影響を与えていると知り、地球規模の環境問題に取り組みたいと考えたのです。

修士課程修了後、いったん化学分析の会社に就職しました。焼却施設のダイオキシン類の濃度が安全基準を上回るかどうかを、施設を所有する企業の依頼を受けて測定する仕事でした。業務を続けるうちに、企業や行政、政治がかかわる化学物質の環境問題について考えさせられ、また社会矛盾に対する考えも深まってきました。そして、私は3年間勤めた会社を退職し、田辺先生の研究室に戻ったのです。

Q 現在の研究内容を教えてください

A アジア諸国におけるダイオキシン類汚染の実態を研究しています。韓国、中国、ベトナム、カンボジア、インドなどの沿岸地域を回り、二枚貝のイガイをサンプルとしてダイオキシン類の蓄積量を調べました。これまで、アジア諸国のダイオキシン類汚染に関するデータはなく、この調査によってかなり高い濃度で汚染されていることが分かりました。加えて、臭素系ダイオキシン類の存在を初めて明らかにしました。

研究の過程では、不可解な事象に

たくさんぶつかります。いろいろな情報を総合して何とか科学的根拠を探ろうとしますが、それでもうまく説明出来ないことがよくあります。非常にもどかしく感じますが、それだけに、新たな仮説を立て証明できた時の喜びはひとしおです。

Q 高校生へのメッセージをお願いします

A 私は、高校時代、数学が苦手でした。公式の暗記が何の役に立つのか分からず、真剣に取り組めなかったのです。しかし今は、その重要性を痛感しています。例えば、ダイオキシン類の環境動態を数理モデルで説明するには、微積分の知識が必要です。私はいちいち基本式に立ち返らねばならず、高校

時代にすっかり勉強しておけば良かったと後悔しています。

また、国際会議などで海外の研究者と交流する時には、英語でのコミュニケーション力の不足を痛感します。高校で習う英語は、論文を読んだり書いたりする時の土台になります。

日本語で論文や報告書を作成することも研究上必要です。作文を通した表現力を高めるために、国語の重要性も感じています。

社会に出た時、役に立たない教科はありません。受験に不要だからといって切り捨てるのではなく、すべてが自分の血となり肉となるという意識を持って、前向きに取り組んでほしいと思います。

私の高校時代

興味を持ったことはとことん追求

●高校時代から、ある事象について、結果だけではなく、「どうしてそうなったのか」「なぜそれが起こったのか」というところまで突き詰めて考えるのが好きでした。例えば、世界史。受験だけを考えれば起きた年や事件の名称さえ覚えておけば十分であるという場合でも、その原因にまでさかのぼって理解しようと思いました。一見、遠回りに見えますが、流れの中でその事件を捉えるほうが、かえって理解も進み、効率よく頭に入ると感じていました。今振り返ると、世界史の先生の指導によるところが大きかったと思います。周辺の事件にまで話が及び、自分で調べたいと思うきっかけにもなりました。

世界史の知識自体は現在の研究に関係ありませんが、原因まで突き詰める思考法は研究を進める上で必要なスキルです。幅広い教養や見識を身に付けておくことが、自分の可能性を広げると感じています。