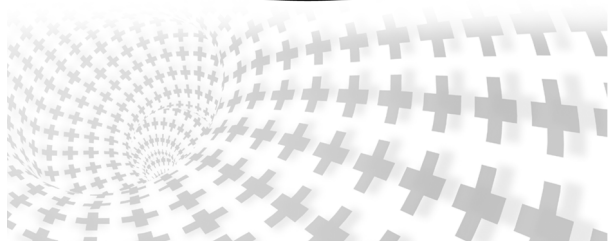


こんにちは



## 北海道大学大学院地球環境科学研究科 田中研究室を訪ねて

### 〈はじめに〉

2008年11月18日の午後、北海道大学大学院地球環境科学研究科の田中研究室を訪ねた。地球環境科学研究科の建物は、北海道大学の広大なキャンパスの中でも東のはずれ（北10条西5丁目）に位置し、西5丁目樽川通り（通称、北大通り）に面した場所にある。札幌駅、地下鉄北12条駅にも近く、非常に便利な立地である。ちなみに筆者の所属する理学部6号館は、同じ北10条でも西のはずれに位置し有名なポプラ並木と目と鼻の先である。この時期の札幌としては暖かな午後、徒歩で地球環境科学研究科B棟6階にある田中俊逸先生の教授室へと向かった。私が教授室に到着すると、田中先生は、最近のご研究成果をまとめられた資料をご準備されており、まずはそれを私に手渡された。専門外の筆者が執筆しやすいようにとの配慮に大変恐縮するばかりである。まずは、いろいろとお話を伺う前に、お約束の集合写真を撮影させていただくことにした。実験中の学生さん達にも手を休めていただき、地球環境科学研究科棟の正面玄関前にて撮影を行った（写真1）。集合写真撮影の後、再び田中教授室に戻り、研究内容などについてお話を伺った。

### 〈研究室の沿革〉

田中俊逸先生は、1976年に東北大学理学部化学科を御卒業され、北海道大学大学院理学研究科化学専攻に進学され、吉田仁志教授の下で研究を開始した。1980年に同博士課程を中退し環境化学講座の助手に就任され、1992年に同助教授に昇進された。環境化学講座は、現在の高等教育機能開発総合センター（旧教養部）の建物の中に位置し、その頃は主に1,2年生の学生実験を担当されていたそうである。1993年に、北海道大学内に存在した地球環境問題の解明と解決をめざす教育研究組



写真1 田中研究室の皆さん（前列中央：田中教授，最後列右端：筆者）

織を統合し、大学院地球環境科学研究科が新たに設置された。このときに、環境化学講座の教員はすべて、理学部から大学院地球環境科学研究科に移行したそうである。しかし、当時はまだ地球環境科学研究科の建物は完成しておらず、教養部や旧北大病院の建物で実験をされていたそうである。現在の建物が完成したのは1995年のことである。その後、1999年に教授に昇進され、2005年に改組により名称を地球環境科学研究科と改め現在に至るとのことである。

現在、田中研究室は、田中教授のほか、DC3名、MC5名、研究生1名の総勢10名のメンバーで構成されており、内3名は外国からの留学生である。

### 〈研究内容〉

田中研究室の研究キーワードは、環境修復技術（レメディエーション）の開発である。地球環境を保全するためには、汚染物質を環境に排出しないよう努めることが最も重要であることはもちろんではあるが、もう既に汚染してしまった環境（水、大気、土壌）を元の安全な状態に戻す技術の開発も大変重要である。田中研究室では主に電気化学的な手法を用い、汚染物質の「除去」・「捕集」・「分解」の大きく分けて三つのカテゴリーに関して研究を展開されている。また同時に、修復に必要な汚染の調査分析や分析法の開発に関する研究を行っている。以下に研究の概要を記す。

#### 1) エレクトロレメディエーション（ER法）による汚染物質の除去

一般に、汚染土壌の処理においては、土壌を掘り出して遠くにある処理場に運んで処理されるが、掘り出す行為そのものが有害物質の飛散を招く危険性をはらんでおり、土壌を掘り返すことなく、その場で処理できる方法が強く望まれる。このような *in-situ* 処理法の一つとして注目されるのが、エレクトロレメディエーション

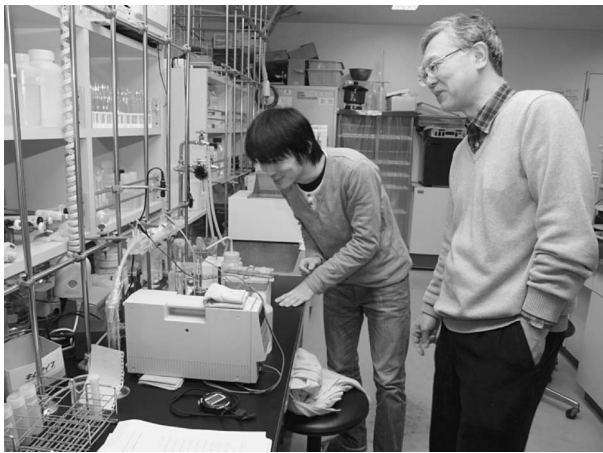


写真2 エレクトロレメディエーション法の実験の様子



写真3 原子吸光分析装置を用いた測定の様子

(ER法)である。汚染土壌の近傍に電極を挿入し、電位を印加することによって汚染物質を除去するもので、電荷を有する汚染物質は電気泳動によって、電気的に中性の物質は粘土内に生じる電気浸透流によって電極近傍まで移動させ除去する手法である。

実際にER研究で用いられている小型実験装置を見せていただいた(写真2)。小型泳動実験装置は、泳動液の溶出に伴う液面の高さの低下をセンサーで感知し、ポンプを自動コントロールして泳動液を補充する仕組みとなっており、液面の高さを一定に保ちながら長時間安定に運転が可能な装置の工夫が施されていた。溶出液または粘土層の各位置に含まれる汚染物質を原子吸光分析またはGC-MSなどを用いて分析することにより、分離・捕集メカニズムに関する研究が行われている(写真3,4)。田中研究室では、特に腐植物質との共存条件に着目し、6価クロムや水に難溶のオキシ銅の除去挙動について検討を行い、腐植物質が6価クロムを3価クロムに還元して泳動することを可能とすること、また、電気浸透流のみでは除去することが困難であった難溶性の中性化学種の除去が、腐植物質の界面活性能を利用することにより可能になることが見いだされている。枯葉などが土の中で変性を受けることにより生成する腐植物質は、環境中に広く且つ大量に存在していることから、このような腐植物質と汚染物質の相互作用の解明、ならびにそれらを巧みに利用した汚染物質除去法への展開が期待される。

## 2) 電気化学的手法を用いた汚染物質の捕集

フェノールを電極上で酸化すると高分子化され電極上に薄膜を形成することを利用し、フェノール誘導体を水溶液中から選択的に除去する方法について検討されている。魚類の環境ホルモン物質であるビスフェノールAやノニルフェノールを含む溶液に、カーボンファイバー電極(カーボン繊維で織られた布状の電極)を浸し電位を印加すると、電極上でフェノール分子の酸化重合が誘



写真4 GC-MS分析装置を用いた測定の様子

起され、溶液中のこれらの汚染物質を高効率で除去することに成功されている。天然水中の主要な溶存有機物質の一つであるフミン酸はこの電位では捕集が起らないことから、電位制御による選択的なフェノール類の捕集の可能性が期待されるとのことである。

また最近では環境汚染物質の電気化学的捕集のみならず、磁気分離に関する手法に関しても研究を展開されている。マグネタイト表面を化学修飾し水溶液中の有機汚染物質をマグネタイトに吸着させ、磁石を試料溶液に近づけることにより、マグネタイト微粒子と同時に汚染物質を捕集してしまうという手法である。実際に、マグネタイト微粒子が分散したサンプル溶液に磁石を近づけると、微粒子が磁石に引き寄せられ真っ黒な溶液が瞬時に透明になる様子を見せていただいた。現在のところ、汚染物質の捕捉効率があまり高くはないことが問題で、改良に努められているとのことであった。

## 3) 電気化学的手法を用いた汚染物質の分解

電極での酸化・還元反応を用いる電気化学的分解法は、強力な酸化剤などを使用することなく汚染物質の分解ができる利点を有しており、比較的環境負荷の小さな

水処理法として期待される。田中研究室では、ビスフェノール A やノニルフェノールなどの電気化学的分解を試み、酸化スズ電極においてこれらの物質が効率よく分解されること、また、電気分解における中間生成物の追跡から、これらの化合物が有機酸の生成を経由して最終的には水と二酸化炭素になることを明らかにされている。この方法を用いると、水道水源の塩素消毒の際にトリハロメタンの発生源となる腐植物質も、電気化学的に二酸化炭素まで分解できる可能性があるとのことである。

その他、田中研究室では、電極活性物質で標識したりガンドを用いる電気化学アッセイ法、カーボンナノチューブや DNA で修飾した電極を用いたポルタンメトリーの開発、炭素素材や炭素素材を内包したゲルビーズを用いた吸着剤の開発に関し研究を展開されている。また、このような研究を実際に役立てることも積極的に取り組まれており、海外汚染調査研究も精力的に行われているそうである。例えば、インドネシアのジャワ島における小規模金精錬活動に伴う水銀汚染に関する調査や、2005 年 11 月に中国吉林省吉林市の石油化学工場での爆発事故が発生し、ベンゼン、ニトロベンゼン等の有機化合物が松花江に流出する事故が起こった際には、実際に現地に赴き、中国・日本の研究者と協力して河川水の汚染状況の調査を行われたそうである。

## 〈おわりに〉

実験室を見学させていただいた際に、各実験テーマを担当している学生さん自らが、筆者に熱心に説明してくれた。研究室の学生さん達は、みな目的意識が高く自主的に研究に取り組まれている様子が伺われた。特に、インドネシアからの留学生の Rudy Syahputra さん（写真 4）が、博士の学位取得後、田中研究室で得た環境修復技術に関する知識や経験を自国で生かしたいと、熱く語っておられたのが大変印象に残った。

地球環境科学研究院は学部組織に属さない独立研究院のため、北大以外からの進学者が多いのが特徴である。地球環境科学研究院では、年 2 回、学院説明会（東京・大阪・札幌）を行い、大学院進学への PR にはかなり力を入れておられるとのことでした。また、田中研究室は、いつでも見学 OK とのことでしたので、ご興味をもたれた方は、ぜひ、田中先生にご一報の上、研究室訪問されることをお勧め致します。

最後に、お忙しい中、貴重なお時間を割いて、取材に快く応じていただきました。田中俊逸教授ならびに研究室の皆様方に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

〔北海道大学大学院理学研究院 石坂昌司〕

## 会 報

### 分析信頼性実務者レベル講習会「第 7 回セラミックス原料・鉱石類分析技術セミナー」合格者

2008 年 10 月 3 日（金）・12 月 5 日（金）の両日行われた標記講習会の合格者は、下記の方々です。

#### 〈鉄鉱石類（主成分）〉

岩田 純一〔㈱日鐵テクノリサーチ〕  
藤本 修平〔㈱九州テクノリサーチ〕  
森 順平〔住友金属テクノロジー㈱〕  
石飛 正〔JFE テクノリサーチ㈱〕

#### 〈セラミックス原料（主成分・不純物）〉

角田 龍則〔富山県工業技術センター〕

#### 〈セラミックス原料（不純物）〉

森山 五月〔㈱アルソア本社〕  
佐々木智晴〔㈱ニッテクリサーチ〕  
浦 史之〔日本ガイシ㈱〕  
只隈 規勝〔電気化学工業㈱〕  
高橋 雅志〔㈱三菱化学アナリテック〕  
服部 洋二〔三菱マテリアル㈱〕  
川田 純子〔SGS ファー・イースト・リミテッド〕  
網田真一郎〔東北緑化環境保全㈱〕  
佐々木昭仁〔三井金属鉱業㈱〕  
青山弥佳子〔㈱太平洋コンサルタント〕