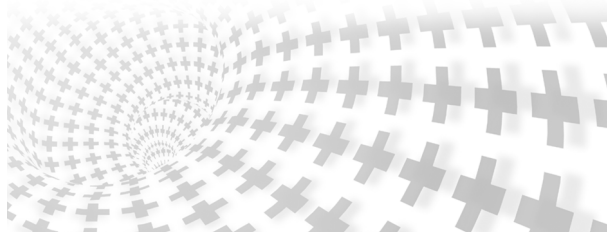


こんにちは



## 島根大学総合理工学部 環境分析化学研究室を訪ねて

〈はじめに〉

2009年6月2日、駅弁を片手に、筆者はJR岡山駅で特急やくも11号に乗り換えた。途中、分水嶺を通過し、大山や中海を望みながら、午後2時半ごろJR松江駅に到着した。駅からタクシーにて10分程度で島根大学松江キャンパスに着いた。筆者はこのキャンパスを訪れるのは初めてであったが、そのキャンパスや建物のきれいさに驚いた。建物や樹木の配置は余裕がありながらも整然としており、学んだり研究したりするには最高の環境であろう。なお、2010年5月15日(土)・16日(日)には、学問に適したこの島根大学松江キャンパスで、第71回分析化学討論会が開催される予定である。多数のご参加をお願いしたい。余談ながら、近隣には、現存天守で重要文化財である松江城や小泉八雲記念館など趣の深い名所も多い。

さて、筆者は正門すぐ側の総合理工学部1号館3階環境分析化学研究室を訪ねた。まず初めに、奥村 稔先生、清家 泰先生から大学および研究室の歴史や研究内容についてお話を伺い、その後、研究室の見学を行った。

〈歴 史〉

島根大学はもともと文理学部から始まっており、その後、改組により、昭和53年(1978年)には理学部、平成7年(1995年)には総合理工学部が設置され、今に至っている。環境分析化学研究室は、理学部の発足と同時に設立され、現在、総合理工学部物質科学科化学分野に属している9研究室のうちの一つである。

奥村先生は、島根大学文理学部のご出身であり、名古屋大学大学院理学研究科に進学された後は島根大学に戻られ、現在教授として活躍されている{理学博士(名古屋大学)}。清家先生も島根大学文理学部のご出身であ



前列左から清家先生、奥村先生、筆者  
写真1 研究室の皆様(総合理工学部1号館の前で)

り、同大学院農学研究科に進学された後、島根大学に就職され、現在准教授として勤務されている{農学博士(京都大学)}。

〈研究内容〉

構成員と研究目的

現在の環境分析化学研究室は、奥村先生、清家先生、博士課程5名(留学生1名を含む)、修士課程2年生3名、同1年生3名、学部4年生7名の計20名で構成されている。留学生を除く博士課程の4名の学生は、いずれも社会人で、遠く県外から博士の学位を取得するために週末等を利用して通学している。いわゆる社会人ドクターがこのように多い理由を伺ったところ、卒業・修了生または両先生に縁のある方ということであった。社会人になっても出身研究室と繋がり(つな)を保ち続けているところ、親密な師弟関係(かいま)を垣間見た気がした。

島根大学松江キャンパスは、宍道湖と中海のすぐ側に位置していること、また近年、両湖の富栄養化が進んでいることから、環境分析化学研究室では両湖の水質を意識して研究を推進されてきた。最近では中海の汚濁が激しいことから、中海を主な研究対象にしている。経歴から、奥村先生は無機物質、清家先生は生物関連物質に注目されており、両先生のご研究が車の両輪のように、互いに協調しあって発展していると感じた。

宍道湖と中海の塩分濃度

研究のお話は、まず宍道湖と中海の地理的な要因とそれに伴う塩分濃度の変化の解説から始まった。島根県の地図を開いてみると、西にある宍道湖は山側、東にある中海は海側にあり、両湖は二つの川で結ばれている。つまり、山から淡水が宍道湖に流れ、ついで中海に流れ込み、日本海に至る。しかし、日本海の潮の干満があるため、宍道湖も中海も淡水と海水の混合になる。このような淡水と海水の混合した水を、塩分濃度によらず汽水と

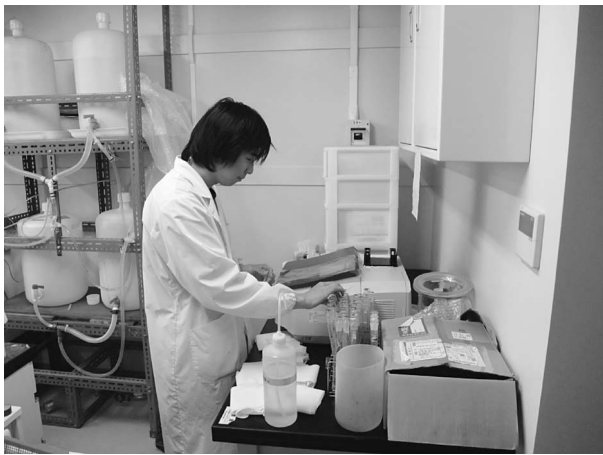


写真2 吸光度法によって試料水中のケイ酸の分析を行っている学生

いう。当然、海側にある中海のほうが高い塩分濃度になる。

塩分濃度が場所や深さによらず一定であれば話は簡単であるが、自然界はそんなに単純なものではないらしい。このような海に近い湖の場合、潮の干満に伴い、海水が流れ込んだり、湖水が流れ出たりするため、<sup>かくはん</sup>攪拌が起こる。これの強さに応じて、強混合、緩混合、弱混合と称される。そのような攪拌作用が、日本海側は太平洋側に比べ弱く、中海は緩混合または弱混合に分類される。その結果、塩分を含んだ密度の高い水は、中海の下のほうに溜まることになり、塩分濃度が低い水は上に存在し、層状になる。この塩分濃度が急激に変化する深さを塩分躍層という。また、日本海や穴道湖との距離や流れに応じて塩分濃度も変化するため、中海内でも場所や深さによって塩分濃度が変わることになる。

#### 汽水の分析の難しさ

環境分析化学研究室では、野外においてその場で定量分析することを目標に数々の研究を展開している。試料が淡水であれば共存塩の影響は少なく、また塩分濃度がほぼ一定である海水であれば、塩分濃度を合わせた標準を用意すればよい。しかし、上述のように、汽水は、場所や深さ、季節によっても塩分濃度が異なる。したがって、塩分濃度の影響を受けない分析法が必要であるが、その開発が最も難しいとのことである。この場合、多大な影響がある塩というのは、最も濃度の高い $\text{Na}^+$ や $\text{Cl}^-$ かと思ったがそうではなく、次に濃度が高く電価数の大きな $\text{Mg}^{2+}$ と $\text{SO}_4^{2-}$ だという。例えば強塩基性になると $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が沈殿して微量成分は共沈してしまうため、調整できるpH範囲が限られてしまう。

したがって、まず様々な塩分濃度の汽水の模擬試料を作成し、手法を検討して改良を重ね、一歩ずつ進めていくとのことであった。しかし、仮に模擬試料で十分な成果が得られた場合であっても、実試料に適用すると必ず



写真3 ガスクロマトグラフ法によって $\text{N}_2\text{O}$ や $\text{CH}_4$ を分析している学生

しも成功するわけでもなく、より微量な成分や解明できない要因によって、妨害を受けることも少なくないという。

#### 現場固相抽出法の開発

上述のように、中海は緩混合で、上下の湖水が攪拌されにくい環境にあるため、湖水表面に溶けた酸素は、途中で消費されてしまい湖底まで届かないことになる。したがって、深くなるほど酸素濃度が激減し、湖底では酸素濃度はほぼ0で、還元雰囲気になっているという。つまり、嫌気性細菌が活動し、例えば $\text{Fe}^{3+}$ は $\text{Fe}^{2+}$ に、 $\text{SO}_4^{2-}$ は $\text{H}_2\text{S}$ に、有機物はメタン( $\text{CH}_4$ )等にまで還元されてしまう。地球上でここまで無酸素状態になる環境は極めて珍しいとのことである。

奥村先生は、このような還元雰囲気における無機物質の挙動や定量を主な研究対象としている。クロム、鉄、ヒ素、セレンなどの酸化状態や化学形態を、野外で安定に分離または固定を可能とする方法を目指し、特に機能性固体と有機試薬を巧みに組み合わせた種々の現場固相抽出法を開発されてきている。目的の化学種を現場で小形カラム内の機能性固体に吸着捕集した後は、これを研究室に持ち帰り、各種分析装置で定量する。環境分析家にとっては、水の酸化還元電位の変化に伴い、化学種がどのように変化し、どのような化学形態で存在しているかが重要であるということであった。

#### 水質改善を目指した野外分析

清家先生は、分析法の開発もさることながら、野外での定量分析に主力を注いでおり、生物が排出する種々の窒素化合物(硝酸イオン、亜硝酸イオン、アンモニア、一酸化二窒素( $\text{N}_2\text{O}$ )やヒドロキシルアミンなど)やメタン等を測定して、中海の水質汚濁の機構や状態を知ろうとされている。上述のような還元雰囲気になると、一酸化二窒素やヒドロキシルアミンなどが中間体として生



写真4 原子吸光分析法で得られた結果を表示する留学生(右)と確認している奥村先生(左)



写真5 第71回分析化学討論会で使用予定の講義棟(写真中央は奥村先生)

成されるらしい。

さらに、最近では、中海の水質改善のためにプロジェクトを立ち上げ、そのリーダーとしてご活躍である。その方法とは、近隣の企業で開発に成功した大型装置を用いて、大気中の酸素を湖底に送り込み、その水に溶解させるというものである。この際、気泡を発生させずに溶解させ、人工的な鉛直混合を抑えることが、塩分躍層を破壊せず自然を守るために必要不可欠であるとのことである。酸素を送り込むことの効果は、自ら分析して結果を評価するため、極めて効率の高いプロジェクトであろう。

#### 定期的な水質分析

個々の研究テーマとは別に、研究室のライフワークとして、永年、宍道湖と中海の水質調査を行っている。両湖の地点や深さを決めて、毎月全構成員が参加して、サンプリングおよび分析を行っている。項目は、水温、pHはもちろんのこと、溶存酸素、濁度、全リン、全窒素など多岐にわたる。得られた結果は、集計してまとめられ、全員で討論される。そしてその成果が各々の研究テーマにフィードバックされる。すなわち全員が共通の目的のために作業を行い、まとまって討論し、それらが

個々の研究のモチベーションにもなる。研究室全体が一体化しつつも個々を尊重するという、無駄のない理想的な研究室の運営方法であると感じた。

また環境分析の一環として、降水(酸性雨)の水質分析も行っている。

#### 〈おわりに〉

海水と淡水の混合と聞くと、筆者は豊富な海の幸を連想したが、訪問を終えた今ではまるで違う思いである。中海に潜ったわけではないが、湖中での混合状態や塩分躍層、湖底付近の酸欠状態が目に見えるようである。今回、筆者にとっては専門外の研究室への訪問であったが、環境分析の研究のお話は極めて興味深く、あっという間に時間が過ぎてしまった。筆者は、両先生の環境化学に対する強い情熱に触れて自然の壮大さや大切さを深く心に刻み付け、午後6時ごろ島根大学松江キャンパスを後にした。

最後に、ご多忙中にもかかわらず長時間お話し下さった奥村先生、清家先生、また見学や写真にご協力いただいた環境分析化学研究室の学生の皆様に、この場をお借りして御礼を申し上げたい。

〔広島大学大学院理学研究科 塚原 聡〕