

## 「滋賀県立大から始まる私の環境学」

工藤 慎治  
環境生態学科

物語に起承転結があるように、研究で明らかにした結果を論文としてまとめる際には決まった定型がある。一般的に、1. 背景、2. 方法、3. 結果と考察、4. 結論、という形式であろう。科学論文の場合、再現性の高いデータや客観的事実に基づき整合した考察を行うことが重要であり、そこに個人的な感情を記すことはない。今回は、このような機会を頂き、改めて初心にかえり自分の研究分野について考えたいと思う。久しぶりに主観的な文章を綴らせて頂くことをお許し願いたい。

### はじめに ～大気について考える～

人間が生きていく上で必要なものは何であろうか。食べ物、水、睡眠、愛、…と実用的なものからロマンあふれるものまで様々であるが、もしもそれらを我慢しなければならぬという条件を付けた場合に最も短いスパンとなるものは、「呼吸」ではないだろうか。これは10分間息を止めて、呼吸を我慢できる人がどれくらいいるか考えてみると分かる。呼吸に必要な空気に関しては、大気の質（きれいさ）や現象を明らかにする研究が行われている。

大気を構成する成分のうち、窒素は約78%、酸素は約21%であり、臭いのある物質や毒性の強い物質、環境基準の対象となっている物質の存在比は微量である。しかしながら環境中で問題となっている成分、例えば、温室効果を持つメタンや二酸化炭素、オゾン層の破壊に寄与するフロン、四日市ぜんそくの原因物質であった二酸化硫黄については、「何が原因でどんな結果が引き起こされるか」という点が明確になっている。そのため、これらの物質は大気中で微量濃度であってもその影響について考える必要が出てくる。大気中の物質については、人の健康に害をなすかなさなさいか、害をなす場合は急性か慢性かといった物質との接触時間に関わる影響やその影響の程度、限られた空間（例えば、室内）か、地域もしくは地球規模かといった物質の効果が及ぶ範囲について主に議論される。大気の研究は、おおまかに「疫学」、「大気汚染」、「気候変動」という人や生態系への影響を考える3つの領域があり、私は大気汚染物質についての研究に携わってきた。

### 方法 ～研究との接点について考える～

つぎに、私が大気の研究とどのように関わってきたかについて紹介する。出発点は大学である。

私の出身は工学部応用化学科であり、4年次に「無機化学」、「有機化学」、「環境化学」の3分野の進路選択があったと記憶している。同大学には理学部基礎化学科というものがあった。両学科について何が違うのかあまり調べずに入学したが、工学部の研究テーマは理論や装置を応用（開発・改良）し、実用的に利用するものがほとんどであった。私が環境化学の研究室を選んだ大きな理由は、室内で実験するだけでなく外に出て、現場でデータを取ることができるからである。本学の環境科学部の研究では当たり前のことであるが、基本的に工学部の化学科では実験室にこもりきりの生活になる。私は何かに打ち込むことは得意であったが、消極的な面があり、視野が狭くならないために実験環境に変化を求めたのである。学部および大学院で所属した研究室は、教授・准教授・助教の3人の教員で指導を行う小講座制であり、黄砂やバイオマス燃料、光触媒を用いた浄化処理技術を扱う幅広い研究テーマについて研究報告会で触れることができた。また、留学生も多く在籍しており、この異分野・異文化交流やユニークな研究室行事があったことは今の私の財産となっている。学会では自分の専門分野の研究者と話ができ、ポストドク時代では専門分野以外の研究者と話することができた。船で何か月も航海してデータを取得することで地球規模の影響を解明するプロジェクトや、人工衛星のデータやモデル解析により汚染物質の半球規模の動態を把握するといった大型プロジェクトは、現場でデータを取得する最先端技術を集約した研究であり、私の研究分野でも工夫次第では参画できる可能性があるということを知ることができた。また、地方行政の環境研究を間近に見ることができたことは貴重な経験であった。

これらの経験を通じて、大気の研究は他の分野とのかけ橋になれるのではないかと考えるようになった。実は、大気関連の研究分野は、文学や宇宙空間（真空）以外は全て対象になり得るため自由度が高い。例えば、大気中の成分を測定する場合に「なぜその場所で観測を行うのか」という理由付けや仮説は必要であるが（実はこれが重要なのだが）、海上、北極・南極、山頂、森林と地球上のどこでも調査が可能である。また、大気中の物質には所有権が無いため、日本国内にとどまらず世界各国で物質輸送や環境動態を調査できる。火星や金星にも大気が確認されていることから、宇宙

開発が進めば地球を飛び出し惑星大気の調査も行えるのである。

### 結果と考察 ～研究・教育について考える～

私はこれまでの研究で大気中を浮遊している小さい粒子を主に対象としてきた。気体・液体・固体という物質の三態のうち、液体と固体が粒子として扱われる。粒子の大きさ(粒径)はナノメートル( $10^{-9}$ m)やマイクロメートル( $10^{-6}$ m)であり、肉眼で確認することはできない。わが国では、2009年に健康影響評価に係る諸検討を踏まえて大気中を浮遊する粒径2.5マイクロメートル以下の粒子状物質(PM2.5)に対して環境基準値が制定された。「PM2.5」という言葉は一時期ニュースでも取り上げられていたことから私の母親も知っていたが、私の研究については「大気中のゴミを測定している」という認識のようである。粒子の成分は混合物であるため様々であり、生成過程や発生源が多岐にわたる。モノを燃やすことでガス状物質や粒子状物質が発生するため、自動車は大気汚染物質の身近な発生源といえよう。また、大気中では光化学反応が起こり、二次的に小さな粒子が生成することもあるため、単純に発生源からの粒子排出量を見積もるだけでは現状を把握できない。発生源から直接粒子の形態で大気中に放出されるものは一次粒子と呼ばれ、放出時は気体であるが、放出後の物理的・化学的変化に伴い大気中で粒子化するものは二次粒子と呼ばれる。この粒子の生成機構のほかに、発生源の起源の分類がある。例えば、火山灰や黄砂、花粉は自然起源の粒子に分けられ、化石燃料の燃焼により排出されるススや人為起源の粒子に区分される。植物から放出されるガス状の揮発性有機化合物から生成する粒子は自然起源の二次粒子、自動車の排気ガスから大気中で新たに生成する粒子は人為起源の二次粒子といった具合である。粒子を構成する成分は発生源の影響を強く受けるため、観測地点が変われば粒子組成が変化する。また、仮に発生源の影響が一定である同地点で観測しても季節変動によって粒子の環境動態は異なる。それぞれの環境中で粒子の詳細な化学組成を分析し、混在した影響から個々の発生源を推計できるよう観測計画を立て、個別の発生源寄与評価や環境対策に向けた政策立案へとつながる研究が求められている。

私は海なし県の埼玉出身であり、ポスドクで海を求めて茨城に出たものの海岸線は遠く内地の群馬へ引き返し、2017年4月に滋賀へと流れ着いた。滋賀県は内陸県でありながら琵琶湖内の観光港に船舶があることや、山地や河川、盆地といった様々な環境場を有していることから、大気の調査フィールドとして優れた地域である。今後、琵琶湖流

域の大気質の実態を把握するための調査を行い社会貢献していきたい。また、教育機関である大学で学生と共に研究を進めていくことは私にとって初めての経験となる。本学の環境科学部では、助教も独立した研究室運営を行う。自動車を利用していないエコな私(ペーパードライバー)が新しく立ち上げた研究室は、まさに自転車操業状態である。人に何かを教えるつもりでいても、おそらく立場が逆転し、これから多くの事を学生との交流から教えてもらうことになるだろう。

### おわりに ～環境学について考える～

私が環境問題に携わる研究がしたいと思った理由は、お世話になった人達へ間接的に恩返しができると思ったからである。環境問題の解決への取り組みは自分の生活圏にいない人の役にも立てる。ただし、「環境を研究するとは何か」と聞かれれば返答に迷ってしまう。工学系で環境問題に取り組む場合、自分の専門分野があることが前提であり、その専門性に環境に配慮するアイデアをプラスすることで解決を図るであろう。化学や物理学、生物学、地学といった学問は、一定の理論に基づいて体系化された知識と方法を扱うものである。環境学とはいずれか一つの学問を軸にスタートするものの、ある課題に対して複数分野の学問の観点からアプローチする融合型の学問に分類されるものであると私は考える。一般的に研究者は、自分の専門分野と隣接した分野の人達と連携すること(いわゆる、共同研究)によって、課題を解決していく手法をとる。環境学で取り扱う問題の影響範囲は分野を容易に横断することから、自分の専門分野との遠近によらず同じ目標を達成するための仲間を増やすことが環境を研究する第一歩となるだろう。未知の問題を解決するために、他分野の知識体系を利用し多方面に良い循環を生み出すことが環境学を発展させることであり、どの分野の視点から課題に挑んでも良いのが環境学の強みである。大気研究は他の分野との接点を多く見つけることができるが、残念なことに私自身はまだ他の研究分野との接点を築けていない。これから、土壌、水質、地形、人、動植物、人間行動学、政策、生活環境、気象といった様々な体系の分野との接点を増やし、私の環境学を広げていきたい。

また、教員の立場としては私の影響を受けた学生を世の中へ送り出すことが楽しみのひとつである。私の研究室出身の学生が社会に出ていくだけで大きな樹形図が描かれ、いろいろな分野へとつながっていく。私の環境学の影響範囲がどこまで広がっていくのか。私の環境学はスタートしたばかりである。