



超音波との出会い—分析化学との融合を目指して—

信州大学理学部化学コースの高橋史樹先生から本リレーエッセイのバトンを受け取りました。高橋先生、前々回のエッセイ執筆の巽広輔先生とは同じ所属なので、まさか信州大学分析研究室リレーになるとは思いませんでした。信州大学理学部の分析化学研究室は50年以上の歴史を持ち、電気分析化学を中心とした研究をずっと守っています。現在巽先生は「液状炭素を用いるポーラログラフィー」、そして高橋先生は「電気化学発光を利用した薬物の分析法」に関する研究をそれぞれ精力的に行われていますが、私は信州大学に赴任してから、研究テーマの一つとして超音波を利用した分析化学の基礎に取り込んでおります。特筆するような業績や出来事があったわけでもありませんが、今回リレーエッセイでは、超音波に携わったきっかけを御紹介することで責任を果たしたいと考えております。

1993年3月に私は名古屋大学工学部の博士後期課程を修了して、岐阜大学工学部応用精密化学科の助手に採用していただきました。当時、三輪智夫教授のもとでストリップングボルタンメトリーの研究に着手しました。最初の研究テーマであった微量マンガン(II)のカソードリッピングボルタンメトリーの研究で、前電解濃縮過程で超音波を用いると、驚いたことに感度が従来法の20倍まで達成でき、繰り返し測定においても再現性が著しく改善しました。その研究成果は私が助手になって第一報の論文となり、超音波との最初の出会ひでありました。

皆さんの実験室には、必ずと言ってよいほど超音波洗浄器が置いてあると思います。洗浄効果は、キャビテーションと呼ばれる微小気泡に起因するものと言われております。これらの気泡が収縮する際に生じた様々な物理的、化学的な作用が、古くから分析化学に利用されて、1960年代にテキサス大学のAllen J. Bard教授は一足先に超音波キャビテーションの電解効率に及ぼす影響を実験的に検証して、高速クーロメトリーを提案しました(*Anal. Chem.*, **35**, 1125 (1963))。1970年代に、名古屋大学工学部の水池敦教授は超音波を試料溶液の霧化、溶媒抽出、微量金属の捕集などの試料の前処理技術に適用して、超微量貴金属の定量分析に大きな可能性を開きました。(余談ですが、日中国交正常化後間もない、1983年10月に水池先生は私の出身校である華東師範大学(中国上海市)を訪問され、超微量元素の捕集と分析に関する講演が行われました。講演当時の写真を図1に掲載します。当時の1年生の私にとって超音波と超微量分析の話題を初めて拝聴することができ、新鮮な印象は今でも思い出しています。しかしながら、半世紀にわたって分析化学における超音波の利用は電磁波や磁場などの他の外場に比べて研究論文の数が少なく、方法論としての進展がありませんでした。水池教授の解説論文「超音波の分析化学への応用」(*分析化学*, **23**, 320 (1974))の中でも指摘されているように、超音波の各種作用は周波数、強度、照射方法などに影響されて、再現性と定量性の問題が敬遠される一因だと考えられてい



図1 水池敦 名古屋大学名誉教授(故人)
1983年10月20日 華東師範大学化学館(上海)

ます。

近年、超音波発生装置の進歩とともに、超音波によって引き起こされる新奇な化学現象が次々と発見され、材料化学の分野では大きな関心を集めています。「超音波が関与する化学」を分野横断的に議論し、体系的な理解を目指すために2007年に日本ソノケミストリー(音響化学)学会が設立されました。私は学会主催の討論会にほぼ毎年参加していました。「化学反応を音波で制御する」という学際的な学問領域に触れることは、分析化学の分野で育ってきた私にとって新鮮でまた刺激的なもので、特に、超音波装置メーカー(株)本多電子の朝倉義幸博士、ソノケミストリー分野の第一人者である名古屋大学工学部の香田忍教授と直接情報交換の機会に恵まれ、その後超音波反応装置の開発と音響場のラジカル定量など、幾つかの重要と思われる基礎研究を行うきっかけとなりました。今考えてみますと、他分野の様々な情報を得て、それらから新しいアイデアを生み出し、かつ異なる分野の人々に議論できる喜びは替え難いものでした。

超音波照射システムは安全で、微視的、瞬間的には高温状態、巨視的には常温常圧の環境で反応を進めるため、分析化学の有望な反応系として期待できます。一方では、定在波により生体分子のマニピュレーション技術の開発も進んでおり、微粒子を非接触的に捕捉・操作する可能性を秘めています。日本分析化学会では、超音波を利用する研究はまだ少ないかと思いますが、より多くの会員の皆様と協力してこの分野の更なる発展を望んでいます。超音波への誘いを少々兼ねながら、エッセイを書いた次第であります。

金沢工業大学の鈴木保任先生のご推薦で、今回は、山梨大学工学部応用化学科の植田郁生先生にバトンをお渡しいたします。植田先生、どうぞよろしくお願ひいたします。

〔信州大学理学部 金 継業〕