



## 腐食研究の道に進んで

物質・材料研究機構 若手国際研究センター；  
ICYS研究員  
土井康太郎

### 1. はじめに

私は2015年3月に大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻にて博士(工学)の学位を取得し、現在は国立研究開発法人 物質・材料研究機構 若手国際研究センターにてICYS研究員として勤務しています。このたび、本稿を執筆する大変光栄な機会をいただきましたので、学生時代の研究を振り返るとともに、現在取り組んでいる研究、今後の抱負について述べさせていただきます。

### 2. 医療用金属材料の腐食

大学4年生から博士前期課程、博士後期課程までの6年間、藤本慎司教授のもとで医療用金属材料の腐食機構の解明に取り組みました。これまで医療用金属材料は模擬体液中よりも生体内でより腐食疲労強度が低下することが知られていましたが、その原因は未解明のままでした。生体内には塩化物イオンを含んだ体液や細胞、接着タンパク質などの生物学的因子や、運動による繰返し荷重を含む力学的因子などの腐食疲労に影響を及ぼすと考えられる因子が多数存在しています。これらの因子を複合的に考慮し、腐食機構を明らかにすることはとても困難なことでした。そこで私はまずこれらの因子の影響を一つずつ明らかにするために、一度の引張変形に対し材料表面上で生じる溶解挙動と保護酸化皮膜の再生(再不動態化)を検討できる急速ひずみ電極試験法を取り入れました。これにより、接着細胞がひずみにより破壊された保護酸化皮膜の再不動態化を阻害し、局部腐食の起点となることが明らかになりました。得られた知見を元に、博士後期課程では、通常無菌室内で行われる細胞培養を行いつつ、金属材料の腐食挙動や変形挙動を検討できるシステムを作製しました。そして、材料表面に接着したタンパク質や細胞が再不動態化を阻害することで局部腐食が生じ、腐食疲労寿命が減少することを明らかにしました。学生時代の研究を通して、金属の腐食反応は周囲の環境の複合的な作用により生じるため、腐食研究については材料研究のためには材料だけでなく周囲の環境も多面的な視野を持って見なければならぬという腐食研究の基礎を学びました。

### 3. コンクリート内部鉄筋の腐食

博士後期課程修了後、国立研究開発法人 物質・材料研究機構にてコンクリート内部鉄筋の腐食挙動に関する研究を行っています。コンクリート内部の鉄筋は腐食に数十年を必要とするため、鉄筋の腐食機構を明らかにするためには腐食加速試験が必要で、しかし、従来の腐食加速試験法は全て鉄筋の酸化反応を促進させる手法をとっており、鉄の溶解に対してコンクリート内の酸素が不足するため、実環境と異なる鉄さびが形成する課題が存在しました。そこで、鉄表面に供給する酸素量を増加させて還元反応を促進する高酸素腐食試験法を開発しました。これにより、鉄の腐食が加速され短時間で実環境と同様の鉄さびを再現することが可能になりました。この試験法は、コンクリート内部鉄筋の腐食メカニズムを解明するためだけでなく、新たに開発された鉄筋や補修材、含浸材の性能評価にも応用可能であるため、今後の材料分野や土木分野に大きく貢献できるのではないかと期待しています。コンクリート内部はセメントや骨材、酸素、二酸化炭素、水、塩化物イオンなどに影響を受ける複雑な腐食環境となっています。さらに、コンクリート内部にある鉄の腐食を直接肉眼で見ることができません。よって、コンクリート内部鉄筋腐食の研究では、コンクリートの中で起こっている反応を自分の頭の中で想像し理論を組み立てることが求められます。現在の研究でも学生時代に学んだ「材料と周囲の環境を多面的な視野を持って見る」ということが活かしていると感じています。

現在私が所属している若手国際研究センターは国内外のポスドクが独立した自由な研究を行える場として設立されており、現在は半数以上が海外から来た研究者で構成されています。全く違う分野の研究者が集まっているため、自身にはなかった着眼点からの研究へのアプローチを学ぶことが多く、刺激の多い毎日です。学生時代を終え、社会人として研究に携わることになりましたが、まだまだ勉強の日々であると感じています。金属材料の世界は広く、どこまで理解を深められるかわかりませんが、少しでも新たな知見を得るべく今後も努めて参ります。

### 4. おわりに

医療用金属材料腐食からコンクリート内部鉄筋腐食まで自身の研究分野を大きく変えて研究を行ってきましたが、医療もインフラも人の暮らしに欠かせない重要な要素です。どちらの分野においてもまだまだ研究課題が尽きることはなく、金属材料研究における腐食研究の重要性を痛感しております。現在、生体材料分野、土木分野どちらにおいても腐食を扱う研究者が減ってきています。しかし、新しく生まれた金属材料には必ず腐食評価が必要になってきます。地味ではありますが縁の下の力持ちとして金属材料全体を支える腐食研究者がこの先一人でも増えることを願っております。

最後になりましたが、本稿執筆の機会を設けて頂いた東京医科歯科大学の堤祐介准教授、これまでご指導・ご鞭撻を頂いた大阪大学 藤本慎司教授、現在大変お世話になっております物質・材料研究機構 土谷浩一構造材料拠点長をはじめ、これまでお世話になった多くの方々はこの場を借りて深く御礼申し上げます。

(2017年2月10日受理)[doi:10.2320/materia.56.302]

(連絡先: 〒305-0047 つくば市千現1-2-1)