

## トライボロジー

工学部長 森山茂章

「専門は何ですか？」大学の教員をしているとよくある質問だと思います。「機械」と答えることもあるのですが、これではあまりにも広い領域を含んでいるので、通常は「トライボロジー」と回答します。しかし、この答えに「？」となる場合も多いので、「トライボロジー」という学問分野についてご紹介します。

機械工学科の専門科目の「トライボロジー」は3年後期に開講されています。主に摩擦や摩耗、潤滑など相對運動下の現象を取り扱う学問です。トライボロジーという言葉はギリシア語の「摩擦する」を意味する「τριβω」に学問を表す「logy」を語尾につけたものです。また、トライボロジーの研究者を「トライボロジスト」と言っています。学会の名称も「日本トライボロジー学会」で、1992年に日本潤滑学会から名称変更されています。出版されている会誌も「トライボロジスト」です。アメリカのトライボロジー学会も Society of Tribologists and Lubrication Engineers となっています。

ほとんどの機械は動きを伴います。動く部分には「摩擦」が必ず生じます。また、場合によっては表面がすり減る「摩耗」が生じることもあります。そこで、摩擦や摩耗を小さくするために「潤滑」を行います。ボルトとナットにおいては、おねじとめねじのねじ面間における摩擦によって締結力が得られています。また、自動車のエンジンや変速機の摩擦を小さくすれば、燃費は向上します。一方、タイヤと路面や摩擦クラッチにおいては、大きな摩擦が要求されます。このように機械技術者にとってトライボロジーは重要な問題であり、トライボロジストの目標は摩擦や摩耗を制御することです。

トライボロジーにおいて、転がり軸受や滑り軸受、エンジンオイルやグリース、固体潤滑剤、表面損傷など様々な研究対象がありますが、私が主に研究の

対象としているのは生体のトライボロジーである「バイオトライボロジー」です。テレビコマーシャルでしばしば見る「軟骨のすり減りには〇〇〇〇〇〇〇」は、長期使用される摺動面である軟骨の摩耗の問題ですので、トライボロジーの研究対象となっています。バナナの皮の摩擦係数を測定し、その潤滑機構を解明することにより、イグノーベル賞を受賞した北里大学の馬淵清資名誉教授はバイオトライボロジー研究の第一人者です。

軟骨の摩耗を修復することは困難ですが、最終的な対応として人工関節置換が行われる場合があります。この手術は股関節や膝関節を中心に国内で十万件以上が行われています。人工関節で使用されている材料は、一方がコバルトクロム合金またはセラミックスと超高分子量ポリエチレンの組み合わせとなっています。初期の人工関節ではポリエチレンの過大な摩耗が生じていましたが、近年はクロスリンクされたポリエチレンの採用や表面処理により、長寿命の人工関節が実現していると考えています。しかし、より一層の長寿命化が求められています。人工関節置換術を行っている整形外科医の研究会において、人工関節の寿命はどれくらいの期間が必要か尋ねたことがあります。半数以上が30年と回答しました。

新規の摺動面材料の耐摩耗性を評価する際は、単純な摩耗試験から始まり、最終的には人間の歩行を模擬したシミュレータ試験を行います。30年の寿命を保証するためには長期の摩耗試験が必要となり、現実には対応が非常に困難です。また、安全性試験や治験など高いハードルがあり、実用化までにはかなりの時間がかかります。もし、長寿命の人工関節を開発しても、最終的な臨床評価を行うことができるのは材料完成後から早くても約40年後、要求された寿命を満たしているかを確認することは難しそうです。