

第59回 日本木材学会賞（2018年度）

「木材利用へのイオン液体の応用」

宮藤久士（京都府立大学大学院生命環境科学研究科）

この度は、栄えある日本木材学会賞の栄誉を賜り、誠にありがとうございます。ご推薦いただきました京都大学の河本晴雄教授をはじめ、選考にご尽力いただきました選考委員ならびに学会の執行部の先生方に厚く御礼申し上げます。

受賞タイトルにも記載されてあります「イオン液体」は、最近でこそ様々な分野での研究が進み、認知されてきましたが、私がイオン液体に関連する研究を始めた2000年の始め頃には、まだまだ知られていない状況でした。当時、何か新しい研究を始めようと考えていた頃で、木材分野に限らずあらゆる分野の書籍や論文を沢山読んでおりました。その中で、イオン液体と呼ばれる新しい媒体があることを知り、研究計画など全くありませんでしたが、とりあえず購入し触ってみることにしました。納期と価格の安さで1-エチル-3-メチルイミダゾリウムクロリド（[C2mim][Cl]）を購入しましたが、試薬ビンの中を見ると液体ではなく固体の結晶で、“イオン液体という名前なのに液体でない”と驚いたことを今でも覚えております。（[C2mim][Cl]は、融点が88℃付近ですので常温では固体でした。）

イオン液体とリグノセルロースとが関連する研究として、ある種のイオン液体がセルロースを溶かすという報告が2002年にあり、リグノセルロースの溶解に関する研究が世界的な研究の流れとなっておりました。それらの一連の研究の中では、リグノセルロースの構成成分であるセルロース、ヘミセルロース、リグニンがなるべく低分子化せず、分子量を保ったままでもイオン液体に溶解することを目的としている研究が多く見られました。しかしながら、様々なイオン液体を用いて、様々な条件で処理を行った結果、リグノセルロースを溶かすイオン液体はごく限られたものであり、さらに処理条件によっては溶解だけでなく、著しい低分子化反応を引き起こすイオン液体があることも明らかにしました。このことは、イオン液体がリグノセルロースの単なる溶剤であるだけでなく、低分子化反応の触媒でもあり、多機能性を有することを意味しています。低分子化合物として、セロビオース、セロビオサン、グルコース、レボグルコサン、5-ヒドロキシメチルフルフラールなどが生成すること、さらにそれらの生成経路や生成機構についても明らかにしました。また、処理時間を長くすると、得られた低分子化合物は高分子化していくことも明らかにし、イオン液体中では複雑な反応が生じており、リグノセルロースからの種々の有用物質を生産できる反応場であることを見出しました。

上記の成果は、分子レベルでの検討によるものです。しかしながら、リグノセルロースは

生物であり細胞構造を有しておりますので、分子レベルだけでなく細胞レベルでの分解メカニズムの解明も不可欠であると考え、各種顕微鏡を用いたイオン液体処理における細胞構造の変化に関する検討も行いました。幸い、これまで行ってきた研究の中で、顕微鏡に関するある程度のスキルは身につけておりましたので、研究着手に対するハードルはそんなに高くはありませんでしたが、実際に研究を始めてみますと、顕微鏡を用いてイオン液体処理中の細胞の変化を経時的に観察する装置などありませんでしたので、既存の器具を組み合わせ、装置の組み上げるところから試行錯誤を繰り返し、最初はほとんどデータの無い日々であったことを記憶しております。ようやく観察可能な器具を作り、種々の検討を行った結果、仮道管、木繊維、道管などの細胞間で差はあるものの、イオン液体処理により細胞の膨潤が進み、針葉樹では、晩材部で著しい細胞の膨潤や破壊、乖離が生じ、広葉樹では細胞が膨潤するのみであることを明らかにしました。

また、リグニンからはバニリンを高効率で生成できるイオン液体の類似体を見出し、現在最もバニリン収率が高いとされているニトロベンゼン酸化分解に匹敵する収率であることを明らかにしました。この成果は、森林総合研究所の山田竜彦先生から多大なるご助力をいただき得られたものであり、この場を借りて感謝申し上げます。

私の信条として、大学で得られた成果は何とか社会実装したいという思いがあります。上記のように反応挙動に関する研究の中で、セルロースやヘミセルロースから 5-ヒドロキシメチルフルフラールやフルフラールなどのフラン化合物が生成することが分かりましたので、現在は様々な機関との共同研究を通じて、リグノセルロースからのフラン化合物生産の実用化に向けた研究を進めております。イオン液体処理と減圧水蒸気蒸留を組み合わせることで、フラン化合物生成反応と生成したフラン化合物の反応場からの抽出を同時に行える新しい反応プロセスを提案し、反応系の大型化やフラン化合物の高収率化などの課題に取り組んでおります。

最後に、これまでに多くの学部生、院生が当方のイオン液体研究に関する様々な課題に取り組んでくれました。この場を借りて御礼申し上げます。また、共同研究を行う中で、研究にご協力いただいた企業様や大学あるいは研究機関の先生方に感謝いたします。また、企業で働いておりました当方をアカデミアの世界に導いてくれ、大学での研究のチャンスを与えてくれました私の指導教官であります坂志朗京都大学名誉教授に心からの感謝を申し上げます。