

クラスターイオンビーム照射による付加イオン生成機構に関する検討

Study on adducted-ion formation under cluster ion beam bombardment

横浜国大院環境情報¹, JST さきがけ² ○藤井 麻樹子^{1,2}, 石井 雄大¹

Yokohama National Univ.¹, JST PRESTO², °Makiko Fujii^{1,2}, Yudai Ishii¹

E-mail: fujii-makiko-jd@ynu.ac.jp

1. 背景

クラスターイオンビームの開発と普及は、二次イオン質量分析法 (SIMS) における有機物分析に大きく道を拓いた。クラスターイオン照射により有機物を高効率にイオン化可能である一方で、そのイオン化機構については十分に解明されていない点も多い。有機分子にクラスターイオンを照射した際には、様々な形態の二次イオンが生成する。分子イオン、フラグメントイオン、それらの多価イオンや多量体イオンである。分子イオンは、分子そのものが正イオンまたは負イオンになることは稀であり、プロトン付加体をはじめとする種々の付加イオンとして得られることが多い。

付加イオンの生成機構を明らかにすることは、クラスターイオン照射による有機分子イオン化機構の全体を解明するうえで極めて重要である。また、生成効率の高い付加イオンを選択的に生成させることで、クラスターSIMS法の課題のひとつである感度向上に対しても有用であることが期待される。

2. 実験方法

本研究では、ポリマーモデルサンプルに対し、様々な付加イオン種を生成させるための添加剤を、条件を変えて添加し、クラスターイオンビーム照射により生成するイオン種とそれらの強度比に関する検討を行った。モデルサンプルには平均分子量 1000 および 2000 のポリエ

チレングリコール (PEG1000, PEG2000) を用いた。付加イオンを生成させるための添加剤には、トリフルオロ酢酸ナトリウム、クエン酸とグルタル酸を用いた。クラスターイオンビームには加速電圧 25 kV の Bi_3^{2+} を使い、スタティック限界 ($1.0 \times 10^{12} \text{ ions/cm}^2$) まで照射して正イオンおよび負イオンの質量スペクトルを取得した。

3. 結果と考察

PEG1000 にクエン酸を添加したサンプルの正イオン質量スペクトルからは、プロトン付加分子イオン、ナトリウム付加分子イオン、また負イオン質量スペクトルからは、クエン酸付加分子イオンが観測された。一方で、PEG1000 にクエン酸およびトリフルオロ酢酸ナトリウムを添加したサンプルでは、正イオン質量スペクトルにナトリウム付加分子イオンのみが観測され、負イオン質量スペクトルには PEG 分子に由来するピークは観測されなかった。これらの結果は、付加イオン生成が、正イオン・負イオンにかかわらず同一の競争的なプロセスを経て起こることを示唆している。

謝辞

本研究の一部は科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業さきがけ (JPMJPR17G8) により補助されていることを、ここに記し謝します。東北大学多元物質科学研究所の宍戸理恵氏には技術的補助と助言を頂きました。