高速重イオン照射による液体内生体分子の分解

Dissociation of biomolecules in liquid environments by fast heavy-ion irradiation

*土田 秀次, 野村 真史, 梶原 章弘, 間嶋 拓也, 斉藤 学

京都大学大学院工学研究

放射線による DNA 損傷を原子レベルで理解するため、生体分子の高速重イオン照射損傷における液体環境の効果を調べた。真空内で生体分子水溶液のマイクロジェット標的に高速イオンを照射し、反応生成物を飛行時間型二次イオン質量分析により、生体分子の分解度合を評価した。液体環境下では生体分子の多重分解が抑制され、これは、生体分子の周辺に存在する水分子へのエネルギー分散によるものと考えられる。

キーワード : 放射線の生体への影響, イオンビーム, 液体環境

1. 緒言

放射線による細胞内の生体分子の損傷において、水分子は重要な役割を果たしている。水分子は、間接作用において、ラジカルの発生源となる一方、最近の原子衝突アプローチによる研究において、生体分子に水分子を付着させると生体分子の損傷が抑制されることが観測されている [1,2]。本研究では、この水分子による生体分子損傷の抑制効果について、水溶液環境の生体分子に対して調べた [3]。

2. 実験

生体分子である 2 種類のアミノ酸（プロリン、ヒドロキシプロリン）の気相および水溶液標的に、イオンビームを照射し、生体分子の分解片イオンを飛行時間型二次イオン質量分析法により測定した。分解片イオンの収量から生体分子の分解度合を評価した。水溶液標的の実験では、Bragg ピーク領域に相当する 4 MeV の C イオンを照射した。気相標的の実験では、生体分子分解の LET 依存性を調べるため、0.4~6.5 MeV の C イオンおよび 4.0 MeV の Li イオンを照射した。気相標的は、アミノ酸の粉末試料をオープンで分子の熱分解温度以下に昇華して得た。液体標的は、真空内液体マイクロジェット法により得た。気相標的の実験における生体分子分解の LET 依存性の実験結果から、一つの生体分子に付与されるエネルギーと分解度合との相関を調べた。

3. 結論

水溶液環境の生体分子は、気相に比べて、多重分解する割合が少なくなることが分かった。これは、入射イオンから生体分子に付与されたエネルギーの一部が生体分子の周辺に存在する水分子に分散したためと考えられる。用いたアミノ酸分子に対する水の配位数を考慮し、一つの水分子に分散するエネルギーを算出すると 10 eV 以下であった。この分散したエネルギーにより、水の励起分子が生成されると、生体分子の更なる損傷に繋がる可能性があることを示唆している。

参考文献

[1] B. Liu *et al.*, Phys. Rev. Lett. **97**, 133401 (2006).

[2] S. Maclot *et al.*, ChemPhysChem **12**, 930 (2011).

[3] S. Nomura *et al.*, J. Chem. Phys. **147**, 225103 (2017).

*Hidetsugu Tsuchida, Shinji Nomura, Akihiro Kajiwara, Takuya Majima and Manabu Saito

Kyoto Univ.