

トリチウムからの β 線による DNA 二重鎖切断の定量的評価Development of Evaluation Technique of DNA Double Strand Breaks Induced by β -rays from Tritium*胡中 優奈¹, 波多野 雄治², 剣持 貴弘³, 大矢 恭久⁴, 中村 浩章⁵¹富山大理, ²富山大水素研, ³同志社大生命医科学, ⁴静岡大院, ⁵核融合科学研究所

T4 ファージの線状二重鎖 DNA 分子をトリチウム水 (5 MBq/cc) 中に浸漬したのち、その長さの変化を蛍光顕微鏡で測定することで、二重鎖切断速度を定量的に評価した。1 週間の浸漬 (吸収線量 約 3 Gy) で明確な照射効果が見られた。正確な照射効果の観察には、浸漬時の水質管理が重要であることがわかった。

キーワード: トリチウム, β 線, DNA, 二重鎖切断

1. 緒言

福島第一原子力発電所廃炉作業においてトリチウム (^3H) を含む大量の汚染水の処理が問題となっている。汚染水中の平均 ^3H 濃度は排水基準(60 Bq/cc)の数十倍程度であり、十分に希釈されれば放射線障害を引き起こす可能性は低いと見られるが、風評被害の懸念はある。その防止のためには、DNA の損傷の中でも最も重篤な生物影響を引き起こす二重鎖切断について、 ^3H の影響を明らかにしておく必要がある。そこで発表者らは、DNA 一分子観察法を用いて ^3H 水中の二重鎖切断速度を定量的に評価する手法の確立を目指して研究を進めている。今回は、高濃度 ^3H 水による DNA 二重鎖切断の時間依存性について報告する。

2. 実験

医療用精製水または 5 MBq/cc の ^3H を含む医療用精製水 (200 μl) に T4 バクテリオファージ DNA 含有水 (株ニッポンジーン, 3 μl) を添加し、1 日~2 週間、10°C で静置した (溶液①)。受け入れ時の DNA の長さは 57 μm である。また、 ^3H 水中の線量率は 0.016 Gy/h である。所定の時間静置したのち、医療用精製水 (67 μl)、200 mM の Tris-HCl (15 μl)、2-Mercaptoethanol (12 μl)、5 μM の蛍光剤 YOYO-1 (3 μl) からなる溶液②と混合した。0.05% のポリエルリジン (15 μl) で前処理を行ったガラス皿に、混合 DNA 溶液を 10 μl 滴下したのち放射状に広げ、油浸対物レンズを装備した蛍光顕微鏡 (オリンパス社製 IX73) で DNA を観察した。DNA 長さの計測にはフリーソフト Image J を使用した。DNA の操作には、全て滅菌処理した器具を使用した。また比較のため、一般の脱イオン水および滅菌処理をしていない器具を用いた実験も行った。

3. 結果及び考察

医療用精製水および滅菌した器具を用いた実験において、静置期間 1 日では、DNA 長さに ^3H の有無による顕著な差は見られなかった。一方で、静置期間が 1 週間の場合には、 ^3H 水中の DNA 長さが平均で約 18 μm であったのに対し、 ^3H がいない場合は約 32 μm であり、 β 線照射による二重鎖切断頻度の増大が観察された。この時の吸収線量は 2.87 Gy であった。2 週間静置した場合にも、同様に明確な照射効果が観察された。DNA 長さの減少は 10 μm 程度で飽和する傾向が見られた。なお、非滅菌環境下では、1 日静置しただけで DNA 長さが平均で約 20 μm に、1 週間では約 10 μm に減少した。すなわち、5 MBq/cc という高濃度の ^3H 水においても、 β 線照射効果は水中の雑菌や不純物の影響に比べ、はるかに小さかった。以上のことから、 β 線照射効果を明らかにするには、水質の管理が重要であることがわかった。

*Yuna Konaka¹, Yuji Hatano², Takahiro Kenmotsu³, Yasuhisa Oya⁴ and Hiroaki Nakamura⁵

^{1,2}Univ. Toyama, ³Doshisha Univ., ⁴Shizuoka Univ., ⁵National Institute for Fusion Science