DNA カテナンの AFM 観察

山口浩靖・原田 明

近年、2 個以上の環状化合物が互いに「知恵の輪」のように連結している化合物「カテナン」に多大の関心が寄せられている。これはカテナンが粘弾性に富む材料や新規刺激応答材料としての機能発現が期待できるからである。カテナンの構成ユニットに生体高分子を用い、それらを人工的に組織化・集積化することができれば、生体高分子の本来の機能に新たな機能を付与することが可能になると期待される。本研究では、高度な情報を担う DNA を超分子構造形成のための材料として注目した。本トピックスでは環状 DNA を非共有結合で連結した DNA カテナンの構造観察について述べる¹⁾。

DNA カテナンの合成法をスキーム 1 に示した。プラスミド DNA に DNase I を添加することにより閉環状 DNA を開環状構造体に変化させた。ここにトポイソメラーゼ I を添加すると、新たな電気泳動バンドが現れた²⁾。このバンドから抽出された DNA の AFM イメージを図 1(a) に示した。プラスミド DNA の開環状バンドの AFM イメージ(図 1(b))では鎖長が約 1.5 μm であるのに対して、図 1(a)ではその 2 倍の周長を有し、DNA 鎖がからみ合っ

てカテナン構造を形成していることがわかった(図 1(c))³⁾。また先の方法と同様に DNase I を用いて開環状 DNA を調製し、ここに直鎖状 DNA (環状 DNA を制限酵素により 1 カ所切断したもの) を添加し、DNA の末端間の連結反応を触媒する酵素リガーゼを加えたところ、複数の泳動バンドが得られた。反応生成物には複数の直鎖状 DNA が末端間で連結した大環状 DNA や DNA[n]カテナン($n=2\sim 4$)が含まれていることがわかった。図 2 に [3]カテナンの AFM イメージを示した⁴⁾。

DNA に限らず生体高分子のもつ高度な機能、とくに分子認識能を利用して、生体高分子をひとつのビルディングブロックとして超分子を形成させることにより、特異的なセンサー材料や可視化材料を構築することができる^{5), 6)}。今後これらの超分子構造体について詳細な物性評価を行うとともに、生体分子と人工合成化合物を調和させた新規機能性超分子の構築を目指したい。

スキーム 1 DNA 組換え酵素 (トポイソメラーゼ I) を用いた DNA カテナンの合成

図 1 DNA カテナン (a) と DNA モノマー (プラスミド DNA (b)) の AFM イメージ、およびカテナンの DNA 鎖交差部拡大イメージ (c)

図 2 DNA[3]カテナンの AFM イメージとその模式図

文 献

- 1) H. Yamaguchi, A. Harada: "Macromolecular Nanostructured Materials," N. Ueyama, A. Harada, Eds., Springer, Heidelberg, 258 (2004)
- 2) H. Yamaguchi, K. Kubota, A. Harada: *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.*, **3922**, 228 (2000)
- 3) H. Yamaguchi, K. Kubota, A. Harada: *Chem. Lett.*, 384 (2000)
- 4) H. Yamaguchi, K. Kubota, A. Harada: *Nucl. Acids Symp. Ser.*, **44**, 229 (2000)
- 5) H. Yamaguchi, A. Harada: *Biomacromolecules*, **3**, 1163 (2002)
- 6) H. Yamaguchi, A. Harada: *Top. Curr. Chem.*, **228**, 237 (2003)

YAMAGUCHI, Hiroyasu 大阪大学大学院理学研究科・助手, 博士(理学)。専門は生体高分子, 超分子科学。
HARADA, Akira 同上・教授, 理学博士。専門は超分子科学, 高分子合成, 生体高分子。
AFM Observation of DNA Catenanes