

分子間力で二重らせん構造に配列される水中の水素原子対の組織的な熱運動
The systematic thermal motion on pair of hydrogen atoms in the water
where double helix structure is formed by intermolecular forces

唐澤信司(宮城高専 名誉教授)

Shinji Karasawa (Miyagi National College of Technology: Professor emeritus)

[概要]

水中で水の分子が規則的に配列する領域の存在とそこでの原子の熱運動について検討した。水中では水の分子が四面体単位として水素結合で連結されてらせん状に配列する。水の電気双極子単位は3方向の電気軸に直線的に並び、3回軸対称の平面に垂直な光軸方向には空隙が貫通している[1]。電気軸を軸に各四面体を隣と交互の向きに回転すると、180度の回転で水素原子対の原子は入れ替えられ、構造が連結する領域ではその動きも連結する。各々のらせんの貫通孔では一個おきに水素原子対が内壁側になり、同じ側の水素原子対は同方向に振動や回転を起こす。[ブラウン運動の観察とその運動に関与する水の分子集合の状態]

直径1 μ m程度の加工乳脂肪球のブラウン運動を顕微鏡経路でデジタルカメラにより撮影した。毎秒コマ数を30枚から240枚に切り替えて撮影し、毎秒コマ数を30枚で再生した映像[2]から、脂肪球の熱運動の速度はほぼ一定で、その振幅は1 μ m程度である。この脂肪球は、水の分子と比較して、面積は 10^7 倍、質量は 10^{11} 倍以上ある。ブラウン運動[3]は微粒子の自体の運動であり、この運動に関与するのは個々の水の分子ではなく、水の分子の塊(クラスター)と考えられる。

[水の熱に関する特性から推定される液体の水の分子間結合]

水のモル比熱 $75.6\text{J}/(\text{K}\cdot\text{cal})$ は単体の固体のモル比熱 $25\text{J}/(\text{K}\cdot\text{cal})$ の3倍である。高温高压に於ける飽和蒸気圧の温度特性から求めた活性化エネルギーは $10\text{kcal}/\text{mol}$ でその値は蒸発熱に等しい。水の二量体における水素結合の結合エネルギーは約 $5\text{kcal}/\text{mol}$ であるが、 0°C から 100°C の範囲で求めた水の粘性の活性化エネルギーは $5\text{kcal}/\text{mol}$ から $3\text{kcal}/\text{mol}$ に減少する。

他方、氷の融解熱は $(1.4\text{kcal}/\text{mol})$ である。この氷の融解熱の小さな値はらせん構造において水素原子対が回転型振動でその位置が交換できるようになる活性化エネルギーと考えられる。

[水の分子の規則的な配列と連動する水素原子の熱運動の存在する領域]

液体の水では水の極性分子が電子軌道のエネルギーと電氣的ポテンシャルを下げるために四面体型の構造単位となり、その電気双極子は3回軸対称に直線的に並ぶ。水は水素結合という分子間力で結ばれており、分子が規則的に配列する領域であるクラスターが形成できる。そのクラスターの領域は水素結合で結ばれているので、その領域内の水素原子の熱運動も連動する。

[結言]

液体の水でも部分的には規則配列するらせん構造の領域が形成される。その規則的に配列する水素結合が水素原子によって連結されるので、水素原子の熱運動も連動する。その水の水素原子の組織的な運動は生化学反応において重要な役割を担うことができる。

[参考文献]

[1] S.Karasawa, "Origin of Piezoelectricity in an α -Quartz", J.J.A.P. Vol,13,No.5,799-803, 1974.

[2] S.Karasawa "ブラウン運動の動画" http://www.youtube.com/watch?v=3ar1bY2SP_c

[3] 米沢富美子, "ブラウン運動", 物理学 One Point-27, 共立出版、1986