

解凍する炭酸水の氷の近傍において気泡の挙動が示す水中の分子が螺旋運動をする条件

Conditions to generate spiral movement of molecules in water indicated by the observations of bubble behavior in vicinity of the ice of carbonated water

唐澤信司（宮城高専 名誉教授）

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

概要:炭酸水をガラス製容器に入れて周囲から静かに凍結すると、中心部に細い炭酸ガスの気泡のトンネル群がウニのとげのようにできるが、トンネルの束は部分的には平行に並んでいる。この氷の解凍末期に水中に放出される気泡の多くは上下に白い気泡を持ち、中間に気泡を含む洞周り領域を持つサンドイッチ構造で、全体は球形か円盤形である。上下の気泡層が離されると中間層の領域が引き伸ばされる。他の気泡が接近すると中間層の領域が他の気泡を包み込み合体する。上と下の領域が分離すると、中間層の領域が激しく変化を引き起こし気泡は急移動する。この現象を観察する方法とそのメカニズムを考察した結果を報告する。

観察試料:氷は条件によって様々な構造をとる。ドライアイスを残して凍結すると複雑に隙間を含む氷となる。また、Na イオンを含む炭酸水では螺旋構造の氷はできない。水の分子は酸素原子が sp^3 混成軌道を持ち 2 個の水素との結合角が 104.5° の折れ線となり、水中では四面体型単位になる。純炭酸水の氷で気泡のトンネルの束が揃っている領域が α 水晶と同じ螺旋型の構造を持つと考えられる。その螺旋構造では 3 方向に電気軸があり、電気軸の平面に沿って結晶が成長する。電気軸の平面に垂直方向(光軸)に沿って空隙の貫通孔がある。

観察方法:反射光により氷や気泡を観測するために背景は光を吸収する黒色にする。デジタルカメラ PENTAX Optio W90 を用い、1cm の至近距離、毎秒 30 コマの動画で撮影した。動画を高倍率のデジタル増倍で撮影するとデジタルカメラのリッカノイズの影響が大きくなる。肉眼に比較してデジタルカメラのシャッター速度は早い。そこで、気泡の挙動を動画で撮影してコマ送りで観察した。気泡の合体などはその 1 コマの期間内に終始する。なお、水面で気泡が破裂して小雑音を出し小さな波を立てるので、水面に浮かぶ小さな気泡は連動する。

結論:水中の炭酸イオンは酸素原子三角形を平面的に並べており、それが気泡の膜の形成を促進し、その膜に接して水の分子の螺旋構造ができる。螺旋構造は凝集エネルギーを得るので膜面と垂直方向に凝集力が働く。螺旋領域により球状の気泡同士が垂直に結びつけられてサンドイッチ構造になる。3 方向に交叉する電気軸を軸とした螺旋構造の回転型の熱振動は水素結合の位置の交換が可能になると、螺旋構造を保ちながら渦巻き型の運動となり、分子を一方向に流動する。気泡同士が引き寄せ合うことや、気泡が急移動する現象は炭酸ガスの気泡の膜に接して水中に形成される水分子の螺旋構造による効果であるとして説明できる。