九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

Preparation of Aqueous Carbon Nanomaterial Suspensions Using Aqueous Counter Collision

河野, 陽平

https://hdl.handle.net/2324/1441314

出版情報：九州大学, 2013, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏　　名：河 野　陽 平

論文題目：Preparation of Aqueous Carbon Nanomaterial Suspensions
Using Aqueous Counter Collision
(水中カウンターコリジョン法を用いた水分散性カーボンナノ材料の調製)

区　　分　：甲

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

自然界で見られる構造体は、生体由来の両親媒性の分子が周辺環境に影響をうけ、ナノ／マイクロスケールでボトムアップ的に自己凝集・自己組織化を繰り返しながら階層構造を形成する。この構造形成と安定化に最も寄与するのは、水素結合、ファンデルワールス力などの界面の相互作用である。特に、注目すべきは、水環境の中で形成される疎水相互作用である。

本論文では、超疎水性を示す炭素の同素体を疎水相互作用形成により構成される一種のナノモデル化合物群とみなした。これらの疎水性試料に対し、水中カウンターコリジョン(ACC)法という高圧水流の衝突を用いるナノ微細化法を施した。その結果、それぞれのカーボンナノ材料が異なる水分散能を示した。同時に、本研究では、この微細化により与えられる、水分散能が何に起因するかを推定し、ナノカーボン表面における疎水性水和の存在を示唆した。さらに、得られた水分散性ナノ炭素材料の応用展開の可能性を探求した。

まず、フラーレン C_{60}、多層カーボンナノチューブ(MWCNT)およびグラフェンの層構造体であるグラファイトを ACC 処理に供したところ、各水分散液の調製に成功した。

水分散能の違いを明らかにするために、各資料について検討した。フラーレン C_{60} の場合、マイクロサイズの凝集体から 100 nm サイズのナノ粒子へ ACC 処理により微細化され、同時に水和構造が破壊された水分子が疎水性ナノ炭素表面で再配列することが、水分散性の発現に寄与すると考えられた。このとき、ACC 処理試料のゼータ電位は負を示し、また、ACC 法の処理回数に応じて、フラーレン C_{60} ナノ粒子の流体力学直径の調整が可能であった。

一方、チューブ長および幅が異なる凝集体構造を持つ MWCNT 試料に ACC 法を適用し、各々の水分散液が調製でき、その中でも、“Nano-pockets” と命名したナノ空間を形成する MWCNT が最も良好な水分散性を示すことを見出した。この Nano-pockets への疎水性水和を形成するごく微量な水の存在を示差走査熱量計測定により明らかにした。次に、グラファイトでは、ACC 処理回数に応じて、グラファイトから多層グラフェンへと薄層化することが示され、その薄層化が水分散に関係することが示唆された。

さらに本研究で、分散剤または界面活性剤を使用せず、ACC 法により水のみで、超疎水性ナノ炭素材料の水分散液が調製されたことは意義深い。近年、電気・電子分野から医薬・医療分野に至るまで、多くの分野で利用が検討されている炭素材料の応用展開をさらに拡げるものである。

以上要するに、本論文は、高速水流の衝突による ACC 法を用い、水に対して超疎水性を示すフラーレン、カーボンナノチューブおよびグラフェンを水分散させることに成

功し、疎水性ナノ形態・構造と水分散性との相関を明らかにするとともに、その応用展開の可能性について検討したものであり、生物材料設計的観点のみならず、炭素材料科学からも意義深く、バイオマテリアルデザイン学の発展に寄与する価値のある業績と認める。よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。