

水系および非水系反応場で合成された L-システイン誘導カーボンドットの蛍光特性の比較

Comparison of photoluminescence properties of L-cysteine-derived carbon dots synthesized in water and non-water reaction fields

慶大理工 °慶長 泰周, 秋生 萌絵香, 磯 由樹, 磯部 徹彦

Keio Univ., °Taishu Yoshinaga, Moeka Akiu, Yoshiki Iso, Tetsuhiko Isobe

E-mail: isobe@applc.keio.ac.jp

【目的】筆者らは L-システイン (Fig. 1) の水溶液を水熱処理してカーボンドット (CDs) 蛍光体を合成することを報告した[1,2]。CDs は L-システイン分子間の NH_2 基と COOH 基との脱水反応を経て生成されるため、いずれの官能基もプロトンの付加や解離が起こりにくい pH 7 が CDs の合成条件として最適であることを突き止めた[2]。本研究では、さらに脱水反応を促進させるために、水の無い非水系反応場に注目し、水系および非水系反応場で合成された CDs の蛍光特性を比較検討した。

【実験方法】水系合成では、マイクロ波水熱合成装置を用いて、L-システイン水溶液を 230 °C で 30 min 処理し、精製して CDs 水分散液 W を得た。非水系合成では、L-システインをジフェニルエーテルに溶解させ、オイルバスによって 230 °C で 30 min 加熱し、精製して CDs 水分散液 NW を得た。CDs 水分散液 W および NW を凍結乾燥して、それぞれ CDs 粉末 W および NW を得た。

【結果および考察】分散液 W および NW のどちらも、励起波長を長波長側へ変化させると蛍光波長も長波長側へシフトした。最大蛍光強度における励起・蛍光スペクトルを Fig. 2 に示す。ここでの分散液 W の励起・蛍光波長はそれぞれ 318 nm および 392 nm であったのに対し、分散液 NW の励起・蛍光波長はそれぞれ 352 nm および 432 nm であった。分散液 NW の最大蛍光強度は分散液 W の最大蛍光強度の 1.5 倍であった。これらの蛍光特性の差異の原因を解明するために、CDs の元素組成や化学結合を調べた。

粉末 W および NW の元素組成を Table 1 に示す。粉末 W は水素と酸素の含有率が高かったのに対し、粉末 NW は炭素、窒素と硫黄の含有率が高かった。Fig. 3(A)に示すように、分散液 W の吸収スペクトルには、分散液 NW と比較して $\text{C}=\text{C}$ 結合による強い吸収ピークが 230 nm に観測された。これに対し、Fig. 3(B)に示すように、粉末 NW の FT-IR スペクトルには、粉末 W に比較して $\text{C}=\text{N}$ 結合または $\text{C}=\text{O}$ 結合による強い吸収ピークが 1690 cm^{-1} に観測された。

組成分析の結果から、非水系反応場では、水系反応場に比較して、脱水反応の促進の結果、炭化反応が促進したことが推察される。一方、CDs の特徴的な結合が両試料で異なったことから、反応場が CDs の生成過程に関わり、蛍光特性が異なる CDs が生成されたことが推察される。

【参考文献】[1] 慶長泰周, 磯由樹, 磯部徹彦, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会予稿, 8p-A414-2 (2017). [2] 慶長泰周, 磯由樹, 磯部徹彦, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会予稿, 20p-235-2 (2018).

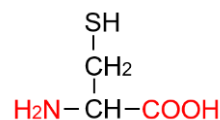


Fig. 1 Molecular structure of L-cysteine.

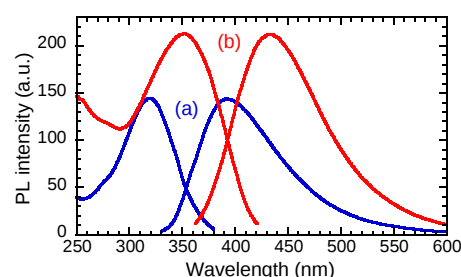


Fig. 2 Optimum PLE and PL spectra 0.10 g L^{-1} CDs water dispersions of (a) W and (b) NW.

Table 1 Compositions (at%) of CDs.

CDs	C	H	N	S	O
W	16.2	52.9	7.6	2.1	21.2
NW	33.5	38.0	8.2	3.4	17.0

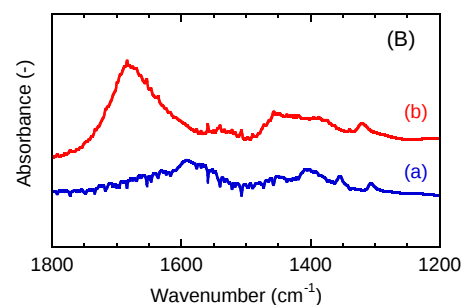
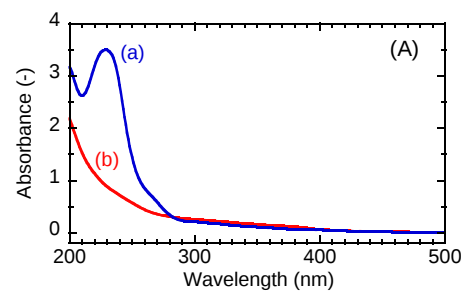


Fig. 3 (A) UV-vis spectra of 0.10 g L^{-1} CDs water dispersions and (B) FT-IR spectra of powders of (a) W and (b) NW.