

中孔結構氧化鈦/氧化矽奈米複合材料的製備與光催化性質研究

劉宗宏，許峻嘉*

明志科技大學化學工程系，liouth2002@yahoo.com.tw

二氧化鈦是一種半導體和高效光催化劑。此材料具有眾多應用，例如工業廢水和有害氣體的環境淨化、氫氣的產生、光催化燃料電池的生產和生物傳感器的生產。然而，TiO₂ 顆粒很小 (~30 nm)；因此，它們的光催化性能受到 TiO₂ 顆粒聚集可能性的限制。在本研究中，我們使用孔徑可調的 MCM-41 二氧化矽作為支撐材料。然後使用化學方法將 TiO₂ 奈米催化劑摻入 MCM-41 的中孔中。研究了各種反應參數—TiO₂ 比例、煅燒溫度和催化劑重量—對亞甲藍吸附和分解的影響。穿透電子顯微鏡圖像顯示 TiO₂ 成功嵌入 MCM-41 的孔隙中。TiO₂ 的粒徑和晶體結構由中孔結構的 MCM-41 載體控制。氮吸附等溫線證實 TiO₂/MCM-41 具有均勻的孔徑 (2.83 nm)、大孔體積 (0.757 cm³/g) 和高表面積 (947 m²/g)。隨著 TiO₂ 負載量的減少，TiO₂ 顆粒的尺寸顯著減小。細觀結構內銳鈦礦相中的 TiO₂ 在高煅燒溫度下具有相對高的熱穩定性。在沒有紫外線照射的情況下使用各種催化劑樣品對 MB 的降解 在最初的 15 分鐘內 MB 濃度迅速下降，然後由於 MB 在催化劑表面的吸附飽和而趨於穩定。因此，達到吸附平衡所需的時間約為 15 分鐘。對於純 TiO₂ 樣品，沒有觀察到染料的消耗。然而，當使用 TiO₂/矽膠或 TiO₂/PRA-MCM-41 樣品時，吸附的 MB 量要高得多。TiO₂/PRA-MCM-41 顯然比 TiO₂/矽膠具有更高的吸附能力。增加催化劑用量可以有效增加載體上潛在吸附位點的數量，從而提高二氧化鈦納米粒子的光降解效率。催化劑的光催化活性遵循 TiO₂/PRA-MCM-41 > TiO₂/矽膠 > 純 TiO₂ 的順序。為了檢驗所製備的 TiO₂/PRA-MCM-41 光催化劑的穩定性，對溶液中 MB 染料的光降解進行了回收實驗。結果顯示經過四個循環，MB 染料的光催化降解效率仍然很高。TEM 分析結果也顯示經過四次循環後，TiO₂ 粒子仍然很好地分散在 MCM-41 的孔隙中。這些結果表明該催化劑在重複使用後具有高度穩定性和出色的再生性。製備高光活性納米催化劑複合材料的方法將有助於實現循環經濟。

關鍵字: MCM-41，二氧化鈦，亞甲基藍，光活性，中孔結構