

## 水処理に用いられる硝化汚泥及び嫌気グラニューールの顕微ラマン分光分析

(関学大院・理工<sup>1</sup>, 筑波大院・生命環境科学<sup>2</sup>, チューリッヒ大<sup>3</sup>) ○島端要典<sup>1</sup>,  
豊福雅典<sup>2,3</sup>, 野村暢彦<sup>2</sup>, 重藤真介<sup>1</sup>

### Chemical Component Analysis of Nitrate Sludges and Anaerobic Granules Used in Wastewater Treatment by Raman Microspectroscopy

(Kwansei Gakuin University<sup>1</sup>, University of Tsukuba<sup>2</sup>, University of Zurich<sup>3</sup>)  
○Y. Shimabata<sup>1</sup>, M. Toyofuku<sup>2,3</sup>, N. Nomura<sup>2</sup>, S. Shigeto<sup>1</sup>

**【序】** 現在、様々な種類の微生物を含んだ生物学的な有機汚泥が排水処理に広く用いられている。しかし、生物有機汚泥の多くは複合微生物群であるため、その化学組成や機能については完全には理解されていない。本研究では、汚泥中にどのような化学種が存在するのかを分析し、化学組成と汚泥が持つ排水処理機能との関係を解明することを目的とし、実際に排水処理で用いられている二種の汚泥、硝化汚泥及び嫌気グラニューール（図 1）、の顕微ラマン分光分析を行った。硝化汚泥は好気性微生物を含んだ汚泥の一種で、硝化・脱窒反応により排水の浄化を行う。嫌気グラニューールは嫌気性細菌であるメタン菌と細胞外マトリクスから形成されているが、その詳細な形成メカニズムはまだ明らかになっていない。

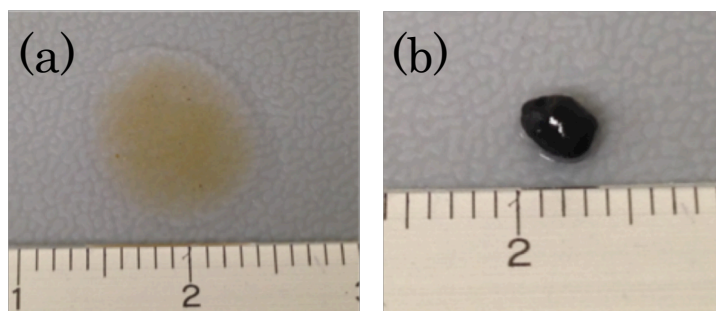


図 1. 本研究で用いた硝化汚泥(a)及び嫌気グラニューール(b)の写真。

**【実験】** 本研究では、共焦点顕微ラマン分光装置（Renishaw, inVia）を用いて硝化汚泥及び嫌気グラニューールの空間分解ラマンスペクトルを測定した。硝化汚泥は約 0.1 mL、嫌気グラニューールはすり潰したものと密な構造のものをそれぞれスライドガラスに載せ測定試料とした。励起波長は 532, 785 nm で、典型的なレーザーパワーは試料部において約 3 mW であった。

【結果と考察】 硝化汚泥及びすり潰した嫌気グラニューール中で観測された代表的な空間分解ラマンスペクトルを図 2(A),(B)にそれぞれ示す。スペクトル a はいずれの試料においても確認された硫酸塩のラマンスペクトルで、 $993\text{ cm}^{-1}$  に  $\text{SO}_4^{2-}$  全対称伸縮振動の特徴的なラマンバンドを示す。これは汚泥中で最も豊富に観測された成分である。他に硝化汚泥中ではフタロシアニン化合物 (図 2(A), スペクトル b) <sup>[1]</sup> や金属硫化物 (図 2(A), スペクトル c) <sup>[2]</sup>, 嫌気グラニューール中では炭酸塩 (図 2(B), スペクトル b) や硫黄結晶 (図 2(B), スペクトル c) のラマンスペクトルが観測された。

硝化汚泥・嫌気グラニューールそれぞれで観測されたラマンスペクトル d はカロテノイドに特徴的なバンドを含んでいる。これらのスペクトルの  $1100\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$  領域には C-C 伸縮振動に由来するラマンバンドが現れるが、硝化汚泥中 (図 2(A), スペクトル d) では強いバンドが 1 本、 $1156\text{ cm}^{-1}$  に観測されたのに対して、嫌気グラニューール中 (図 2(B), スペクトル d) では強度の近い 2 本のバンドが  $1126, 1154\text{ cm}^{-1}$  に観測された。この結果は、これらの汚泥中にはカロテノイドの共役二重結合部分のシストランス異性体が存在することを示唆している<sup>[3]</sup>。

密な構造の嫌気グラニューールから得られたラマンスペクトルに関しては発表当日に詳細を示すが、グラニューール表層部においては硫黄結晶及びカロテノイドのラマンスペクトルが観測された。本研究の結果から、硝化汚泥及び嫌気グラニューールは微生物学的に見て不均一な凝集体であるだけでなく、硫黄やカロテノイドなどの多様な化学種からなることが明らかとなった。

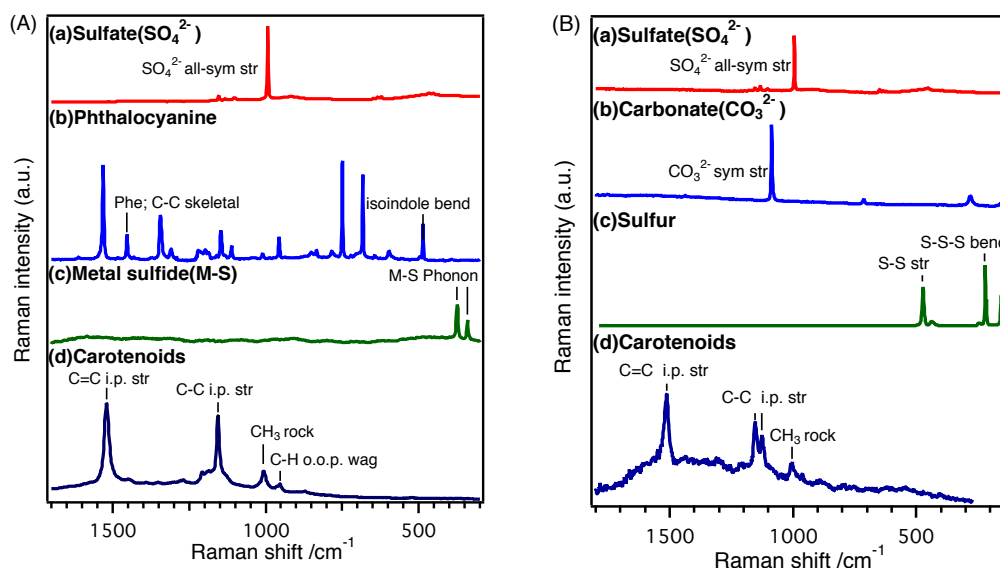


図 2 .硝化汚泥(A)及びすり潰した嫌気グラニューール(B)中で観測された成分の空間分解ラマンスペクトル

[1]D. Verma, R. Dash, K. S. Katti, D. L. Schulz, A.N. Caruso, *Spectrochim. Acta Part A*. **70**, 1183 (2008)

[2]S. N. White, *Chem. Geol.* **8**, 259 (2008)

[3]Y. Koyama, I. Takatsuka, M. Nakata and M. Tasumi, *J. Raman. Spectrosc.* **44**, 19 (1988)