

真球状リグニン粒子表面への吸着によるカチオン化

20T7-061 増田圭悟

指導教官：吾郷万里子・宮脇健太郎

1. 研究の背景と目的

地盤改良工事などにおいて発生する建設泥水を適切に処理することは、自然環境の保全や建設残土の有効利用等において極めて重要である。特に日本では、シールドトンネルの地盤改良などの工事が数多く行われることにより建設泥水の適切な処理の重要性は非常に高い。

この濁水処理の際、高分子凝集剤が用いられ、凝集によって、汚れと水をすばやく分離させる（固液分離）ことが必要となる。

しかし、この方法では高分子凝集剤で分離された水が河川に放流されるため、環境や生態系に与える影響が懸念される。凝集剤をリグニンなど天然原料由来にすることは環境負荷低減に効果があると考えられる。懸濁粒子はマイナス電荷を持つため、カチオン化したリグニンによる凝集の可能性が考えられた。

そこで本研究では、真球状リグニン粒子にセチルトリメチルアンモニウムブロミド (CTAB) を吸着させカチオン化するとともに、定量的な吸着量を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 CTAB のリグニン粒子表面への吸着

400 μ MCTAB 溶液を調製した。真球状リグニン粒子約 40mg を精秤し、遠沈管に入れ、水 20ml をメスシリンダーで遠沈管に加え、超音波処理で懸濁させた。その後、400 μ MCTAB 溶液を 2~20ml メスピペットでそれぞれ分取し、遠沈管に加え超音波処理で懸濁させた。そのまま室温で 1 日程度静置した。これを 3 連で行った。

2.2 CTAB 定量分析

0~80 μ MCTAB 溶液をそれぞれ 30ml 遠沈管に取り、クロムアズール 1ml を加え 30 回程振った。

1-ブタノール 10ml を加え 30 回程振った後、遠心分離によって上層と下層を分離し、上層のみを UV 分光光度計を用い 520nm における吸光度を測定した。縦軸に吸光度、横軸に CTAB 濃度を取り、検量線を作成した。

次に、CTAB/リグニン懸濁溶液を遠心分離し、シリンジフィルター (0.45 μ m) を通し、固形物を取り除いた後、それぞれ 30ml を遠沈管に取り、クロムアズール 1ml を加え 30 回程振った。1-ブタノール 10ml を加え 30 回程振った後、遠心分離し、上層のみを UV 分光光度計を用い 520nm で吸光度を測定した。

3. 結果

0~80 μ MCTAB 溶液の吸光度は表 1 のようになり、検量線は図 1 のようになった。その結果、相関が 1 に近くなり、良好な検量線であることが分かった。

表 1. CATB 溶液の吸光度

CTAB 濃度 [μ M]	吸光度
0	0.02416
10	0.02695
12.5	0.03898
20	0.08295
30	0.09975
40	0.149
50	0.1615
80	0.30594

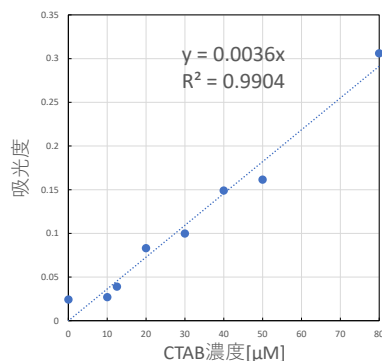


図 1. CATB 溶液の検量線

次に、真球状リグニン粒子入 CTAB 溶液の吸光度を測定し、表 2 のようになった。

表 2. 真球状リグニン粒子入 CTAB 溶液の吸光度

測定結果()内はCTAB溶液添加量			
試料番号	吸光度	試料番号	吸光度
①-1(2ml)	0.032	②-1(2ml)	0.034
①-2(4ml)	0.033	②-2(4ml)	0.032
①-3(6ml)	0.027	②-3(6ml)	0.037
①-4(8ml)	0.046	②-4(8ml)	0.034
①-5(10ml)	0.033	②-5(10ml)	0.032
①-6(12ml)	0.052	②-6(12ml)	0.05
①-7(14ml)	0.111	②-7(14ml)	0.155
①-8(16ml)	0.244	②-8(16ml)	0.336
①-9(20ml)	0.54	②-9(20ml)	0.726

検量線をもとに吸着後の CTAB 濃度を求め、下の式よりリグニン粒子 1g あたりの CTAB 吸着量 A を求めるとそれぞれ図 3 のようになった。

$$A = \{364.45 \times (C_0 - C_1) / 1000000\} / w$$

C₀: 吸着前の CTAB 濃度(μmol/L)

C₁: 吸着後の CTAB 濃度(μmol/L)

w: 採取したリグニン(μg)

A: リグニン粒子 1g あたりの CTAB 吸着量(mg/g)

表 3. リグニン粒子 1g あたりの CTAB 吸着量

サンプル	リグニン粒子1gあたりの吸着量(mg/g)	サンプル	リグニン粒子1gあたりの吸着量(mg/g)	サンプル	リグニン粒子1gあたりの吸着量(mg/g)
①-1	5.41253	②-1	5.35572	③-1	5.54867
①-2	12.76500	②-2	12.72974	③-2	12.48158
①-3	19.69638	②-3	19.72819	③-3	18.38053
①-4	26.22400	②-4	27.15389	③-4	23.83786
①-5	33.77055	②-5	33.34837	③-5	32.53466
①-6	40.32916	②-6	40.18689	③-6	30.42022
①-7	40.65821	②-7	37.68514	③-7	20.55872
①-8	36.35320	②-8	27.15510	③-8	16.56591
①-9	17.77805	②-9	-0.61047	③-9	-13.09820

4. 考察

図 2 を見ると CTAB 添加量が 150μM までは、CTAB 分子がリグニン粒子にほとんど吸着するた

め、上澄み濃度がほぼ 0 であることが言える。また、150μM を超えたところでは急激に上澄みが増加していることが分かる。このことは吸着できなかった CTAB 分子が上澄みに残っていることを示している。

なお、150μM 付近では、リグニン粒子表面 1g あたりに吸着する CTAB 量は約 40mg/g であった。

また、150μM 以上で調整したリグニン粒子サンプルでは過剰な CTAB 分子が上澄みに存在しており、リグニン粒子の効果かどうかを判別しにくくなってしまったため凝集剤効果を調べるためには、CTAB 添加濃度 150μM 以下で調整したリグニン粒子サンプルが望ましいと言える。

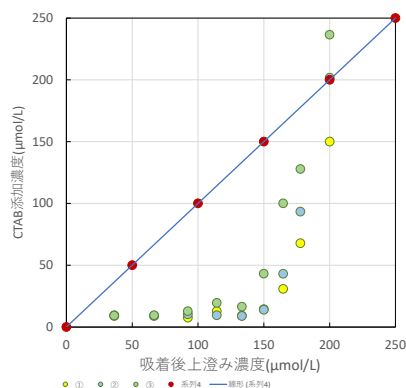


図 2. 吸着後の上澄み濃度に対する CTAB 添加量

5. 今後の展望

凝集効果を確認するために、150μM 以下で調整したリグニン粒子サンプルでジャーテストを用いてジャーテストを行う必要があると考える。現在、ジャーテストを用いてジャーテストを行っている。

6. 参考文献

- 1) 環境化学実験テキスト, 2021, 63-69.
- 2) Ago, M.; Huan, S.; Borghei, M.; Raula, J.; Kauppinen, E. I.; Rojas, O.J. High-Throughput Synthesis of Lignin Particles (~30 Nm to ~2000 Nm) via Aerosol Flow Reactor: Size Fractionation and Utilization in Pickering Emulsions. ACS Appl. Mater. Interfaces 2016, 8 (35).