

リグニンを活用した高分子凝集剤の開発

Development of lignin-derived polymer flocculants

加園 将也¹⁾指導教員 宮脇 健太郎²⁾ 吾郷 万里子³⁾

- 1) 明星大学大学院 理工学研究科 環境システム学専攻 博士前期課程
- 2) 明星大学 理工学部総合理工学科
- 3) 東京農工大学 農学研究院 環境循環材料科学講座

リグニンを新規高分子凝集剤として活用するため、アニオン性、カチオン性のリグニンを用いてその凝集能及び効率について明らかにすることを目的とした。ここでは、余剰汚泥へリグニンを添加することにより、汚泥の沈降性や脱水性が改善するか否かを検討する。

キーワード：余剰汚泥、リグニンスルホン酸、クラフトリグニン、活性汚泥沈降率(SV)、遠心分離

1 研究背景

高分子凝集剤は、水環境の保全に欠かすことのできない機能剤であり、汚濁水中の懸濁物を効率よく水から分離するために広く用いられている。

高分子凝集剤は、懸濁粒子に吸着できる基を有する水溶性の高分子化合物であり、分子内のイオン性解離基の種類により、ノニオン性、アニオン性、カチオン性、両性に大別される。ノニオン性、アニオン性は、主に紙パルプ、土木工事などで産業廃水の固液分離（凝集沈殿、浮上）に用いられている。一方、カチオン性、両性は、都市下水や尿尿を中心に、紙パルプ、化学、食品などの分野で活用されている。

アクリルアミド系凝集剤の安全性は周知されているが、そのモノマーが毒性を有しているため残留モノマー量が問題である。¹⁾水道施設の技術的基準を定める省令（平成十二年厚生省令第十五号）において、残留モノマー 0.05 $\mu\text{g/L}$ 以下と定められている。¹⁾²⁾

リグニンは、セルロースヘミセルロースとならぶ、木材を構成する主要な成分の一つであり、芳香族性の天然高分子である。³⁾

2 研究目的

アクリルアミド系高分子凝集剤は、モノマーが毒性を有しているのに対して、リグニンは木質由来の高分子であるため、毒性は低いと考えられる。先述のような背景から、リグニンを新規高分子凝集剤として活用するため、アニオン性、カチオン性のリグニンを用いてその凝集能及び効率（濃度、速度、沈殿回収の容易さ、コストなど）について明らかにすることを目的とした。ここでは、余剰汚泥へリグニンを添加することにより、汚泥の沈降性や脱水性が改善するか否かを検討する。

3 実験試料

- ・余剰汚泥（2024/4/11, 2024/7/11,

浅川水再生センターにて採取）

- ・リグニンスルホン酸、クラフトリグニン

4 試験方法

4.1 蒸発残留物量の測定

リグニンの添加量を決定するために、汚泥試料の蒸発残留物量を算出した。

4.2 活性汚泥沈降率 (SV) の計測

活性汚泥沈降率(SV)は、1 L のメスシリンダーに汚泥を採り、一定時間静置したときの沈殿汚泥が占める容積の割合のことである。⁴⁾

予め、満遍なく攪拌した汚泥試料を1 L 容の有機栓メスシリンダーに注ぎ入れ、それぞれにリグニンを蒸発残留物に対して、表 1 に示す割合で添加した。これを何度か上下に転倒させて試料を混合し、室温下で平坦な場所に静置した。

表 1 リグニンの添加割合

蒸発残留物量に対するリグニンの割合					
0.0%	0.1%	0.5%	1%	5%	10%

4.3 沈殿汚泥の遠心分離⁵⁾

分離条件：遠心分離機 himac CT6D,
ローター T6AP, ローター半径 118.5 mm,
回転数 3,800 rpm, 分離時間 20 min

5.2 で得られた沈殿汚泥を遠沈管へ加え、電子天秤を用いて分離前の質量を秤量し、上述の条件で遠心分離を行った。

分離後、沈殿が拡散しないようにデカンテーションにより分離水と沈殿を別け、分離前の質量に対する分離水の質量の割合を比較した。

5 改質リグニンの作製

まず、リグニン 約 2g 水を入れたビーカーに加え、超音波破碎機に1分程度掛けてリグニンを懸濁させた。この懸濁液を2 L 容のメスフラスコへ移し替えて水を標線まで加えた。これをリグニン懸濁液とした。

つぎに、Hexadecyltrimethylammonium Bromide (CTAB) $[\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{N}(\text{CH}_3)_3]\text{Br}$ 148.0 mg (0.4 mmol)を

1 L よりやや少ない水に少量ずつ攪拌しながら加えて溶解させた。この溶液を 1 L 容のメスシリンダーに移し替えて水を標線まで加え、0.4 mM CTAB 溶液とした。

最後に、リグニン懸濁液に 0.4mM CTAB 溶液を約 1 分おきに 5 mL ずつ 450 mL よく混合しながら加えて、改質リグニンを作製した。

今後、この改質リグニンを用いて実験を行う計画である。

6 実験結果

6.1 蒸発残留物量の測定

汚泥試料の蒸発残留物量を測定した結果、2024/4/11 に採取したものは、5.77 g/L、標準偏差は、1.54 g/L、2024/7/11 に採取したものは、6.66 g/L、標準偏差は 0.36 g/L であった。

6.2 活性汚泥沈降率(SV)

活性汚泥沈降率 (SV) の経時変化をプロットしたグラフを図 1 に示す。

図 1 より、リグニンスルホン酸を添加したものについては、添加割合が 0.5%、1% ときは汚泥の沈降性が改善する傾向がみられた。

また、クラフトリグニンを添加したものについては、汚泥の沈降性はあまり改善しなかった。

したがって、汚泥へリグニンを添加したことで、汚泥の沈降性は改善したと考えられる。

6.3 汚泥の遠心分離

5.2 で得られた沈殿を表 2 に示した条件で遠心分離し、その分離水の質量を秤量した。その結果を図 3 ならびに図 4 に示す。

図 3 および図 4 より、リグニン添加率が小さいときに分離水の割合が僅かに大きくなっているが、ほぼ差異がみられなかった。

したがって、余剰汚泥へリグニンを添加したことで、汚泥の脱水性は僅かに改善したと考えられる。

7 まとめ

汚泥の沈降性および脱水性は、リグニンを添加したことによって、改善する傾向がみられた。

参考文献

- 川村和明(2002), 高分子凝集剤の開発と今後の展望, 高分子, 51, 7, 504 - 507
- 水道施設の技術的基準を定める省令 (平成十二年厚生省令第十五号)
- 高野俊幸 (2013), 木材成分の化学を考える, 紙パ技報誌, 67, 10, 1131-1136
- 松尾友矩(2014), 水環境工学改訂 3 版, オーム社, 175
- 山崎廉子, 重村浩之(2017), 刈草の汚泥脱水助剤としての利用検討, 土木学会論文集 G (環境), III_365-III_373.

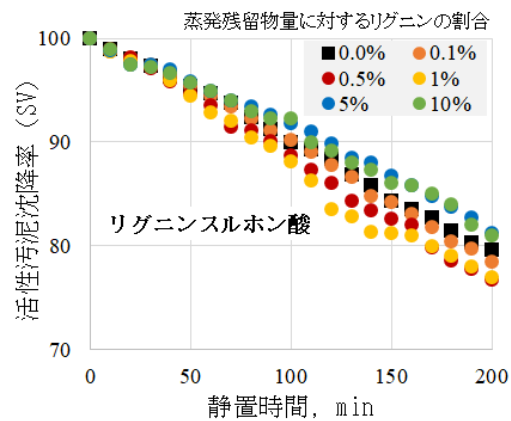


図 1 活性汚泥沈降率 (SV) の経時変化 -1

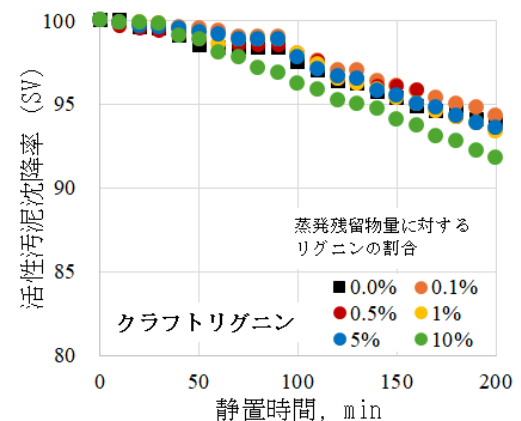


図 2 活性汚泥沈降率 (SV) の経時変化 -2

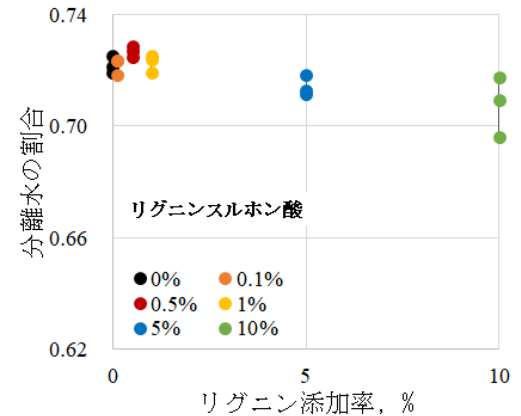


図 3 汚泥へのリグニンの添加割合と分離水の関係 -1

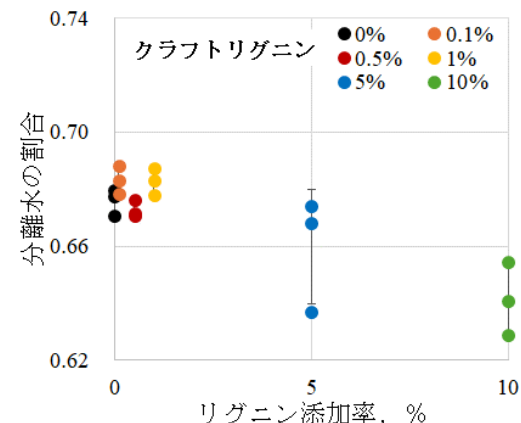


図 4 汚泥へのリグニンの添加割合と分離水の関係 -2