

N-5 非晶質ケイ酸カルシウム水和物 (CSH) 添加による畜舎汚水処理水からの 色度及びリンの同時除去

○山下 恭広^{1*}・明戸 剛²・美濃和 信孝³・杉本 清美⁴・
横山 浩¹・荻野 暁史¹・田中 康男¹

¹ (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 (〒305-0901 茨城県つくば市池の台2)

² 太平洋セメント株式会社 中央研究所 (〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2)

³ 小野田化学工業株式会社 研究開発本部 研究所 (〒174-0054 東京都板橋区宮本町39-13)

⁴ 千葉県畜産総合研究センター (〒289-1113 千葉県八街市八街へ16-1)

* E-mail: yamatkk@affrc.go.jp

1. はじめに

畜舎汚水処理においては色の排水規制はないものの現実的には色度除去は最重要課題の一つである。この理由は色度が残存すると未処理と誤解され苦情の原因になるためである。しかしながら、色度除去だけにコストと労力をかける余力は現状の畜産農家には乏しく、何らかの付加的な効果・価値が生まれる技術でない限り普及は望めない。本研究では、非晶質ケイ酸カルシウム水和物 (以下、CSHとする。) を用いて、畜舎汚水処理水からの脱色及びリン除去の同時除去性能について検討を行った。

2. 実験方法

(1) CSHと各種資材の比較試験

活性炭 (粒状)、塩化第二鉄、硫酸アルミニウムを用いて、CSHとのリン除去及び脱色の比較試験を行った。対象排水は、畜産草地研究所内の畜舎汚水処理水 (以下、処理水とする。) を使用し試験を行った。実験では、200mLビーカーを使用し、処理水200mLと各種濃度の資材を添加した。添加量は、CSH、活性炭、塩化第二鉄、硫酸アルミニウムともに、1 g/L, 5 g/L, 10 g/Lとした。資材添加後は、急速攪拌(150rpm) 5分、緩速攪拌(40rpm) 10分、静置20分を行い、上澄み液を採取した。

次に、塩化第二鉄及び硫酸アルミニウムのpHの低下による性能低下¹⁾を防ぐため、pH調整 (6-7) を行い、

比較となるCSHはpH12に調整後、前述した操作手順で同様の試験を行った。但し、添加量は、0.5 g/L, 1.5 g/L, 5 g/L, 10 g/Lとし、静置時間はSV₃₀を測定するため30分とした。

(2) CSHの性能評価

CSH添加量の違いによるリン除去及び脱色性能を評価するために、CSH資材と処理水を用いてリン除去及び脱色性能の試験を行った。スラリー状のCSH (0.28 dry weight kg/L) を添加した実験では、100 mLの栓付メスシリンダーに処理水90mLとスラリー状のCSHを各濃度 (1% (1 mL), 2% (2 mL), 5% (5 mL), 10% (10 mL)) で添加し、最終的に蒸留水でメスアップを行い、全量を100 mLとした。粉末状のCSHを添加した実験では、100 mLの栓付メスシリンダーに処理水100 mLと粉末状のCSHを各濃度 (1% (1 g), 2% (2 g), 5% (5 g), 10% (10 g)) で添加した。両試験ともに、CSH添加後、栓付メスシリンダーを3回上下転倒させて完全に混合させ、静置してから30分後に上澄み液を採取した。

次に、リン除去及び色度低減効果に及ぼすpHの影響を評価するために、CSH資材と処理水を用いてpHの変動によるリン除去及び脱色性能の試験を行った。実験では、100 mLのメスシリンダーに処理水90 mLとスラリー状のCSHを1% (1 mL) 添加し、最終的に蒸留水でメスアップを行い、全量を100 mLとした。その後、HClを用いてpHを低下させ、栓付メスシリンダーを3回上下転倒させて完全に混合させ、静置してから30分後に上澄み液を採取した。pHは、HClを添加する前は、10.98であったことから、pH11からpH5までの各pH値の上澄み液を採取する

こととした。

(3) 分析方法

採取した上澄み液は、pH測定（HORIBA, TWINpH）を行った。また、上澄み液を0.45 μ mメンブレンフィルター（MILLIPORE, IC Millex-LH）でろ過した後、紫外可視分光光度計（SHIMADZU, UV mini 1240）を用いて測定波長390nmで、吸光度測定を行った。さらに、イオンクロマトグラフィー（TOSOH, IC-2010, TSKgel Super IC-Anion HS）を用いて、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の濃度を測定した。

3. 実験結果及び考察

(1) CSHと各種資材とのリン除去及び脱色性能の比較

図1に、CSHと各種資材の添加量の違いによる $\text{PO}_4\text{-P}$ 、吸光度、pHの変化を示す。pH調整を行っていない試験(a)においては、活性炭とCSHの比較では、添加量の

増加によって、活性炭よりもCSHの方が吸光度の値が減少した。このことから、CSHは活性炭よりも脱色能が高いことが示唆された。また、活性炭には、リン吸着能は認められなかった。一方、無機凝集剤としてよく使用される塩化第二鉄及び硫酸アルミニウムは、少量（1 g/L）の添加量でリン除去及び脱色の高い性能が認められた。しかし、添加量が5 g/L及び10 g/Lになると塩化第二鉄では、 $\text{PO}_4\text{-P}$ と吸光度の値が上昇し、除去性能が悪くなった。また、硫酸アルミニウムでも吸光度が高くなる傾向にあった。添加量が過剰になることで Al^{3+} 、 Fe^{3+} の凝集性悪化が起きたためと考えられる。CSHは、添加量の増加に伴い、除去性能が悪化することなく、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 及び吸光度が減少する傾向にあった。

pH調整を行った試験(b)では、塩化第二鉄及び硫酸アルミニウム、CSHともに、添加量の増加に伴い、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 及び吸光度が減少した。CSHよりも塩化第二鉄及び硫酸アルミニウムの方が、少量の添加量で高い処理性能を示したが、添加量が増加するにつれ、沈降性が悪化する

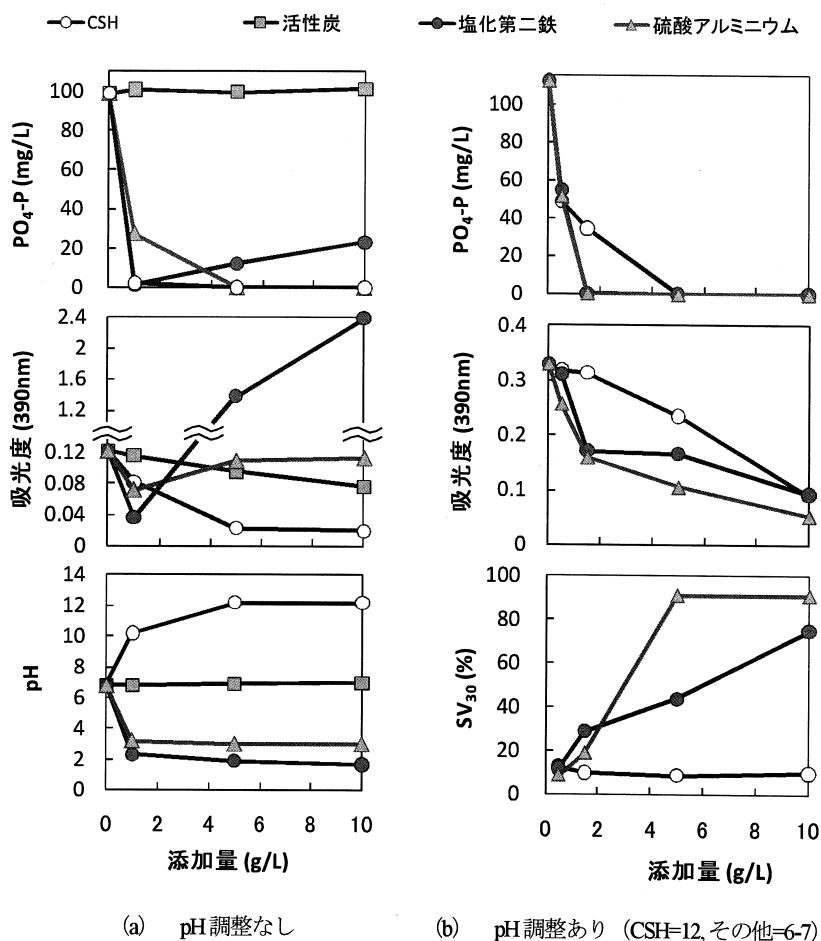


図1 CSHと活性炭、塩化第二鉄、硫酸アルミニウムのリン除去及び脱色性能比較実験結果

傾向にあった。これは、適正添加量を常に把握する必要があることを示唆しており、水質変動の激しい畜舎排水への適用は困難であると推察された。一方、CSHは添加量が増加しても凝集性が悪化することなく、リン除去及び脱色が進行することが確認された。これは、本資材の利点と言える。単位CSH当たりのリン吸着量は (a) の処理水では、96.7 mg $\text{PO}_4\text{-P/g}$ CSH (CSH 1g/L添加時)、

(b) の処理水では、126.5 mg $\text{PO}_4\text{-P/g}$ CSH (CSH 0.5g/L添加及びpH調整時) であった。

(2) CSH添加量の違いによるリン除去及び脱色性能

図2にCSH添加量の違いによる $\text{PO}_4\text{-P}$ 、吸光度、pHの変化を示す。試験に用いた処理水 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は30 mg/L程度であったが、スラリー状CSHの1%添加 (CSH乾燥重量で0.28%) で、リン酸が完全に除去された。また、吸光度測定においてもスラリー状CSHの1%添加で、68%の色度低減につながるが示された。CSH 10%添加では、目視でもほとんど色が確認できないほど脱色が進行していた。pHは、処理水自体が中性付近であったのに対し、CSH資材1%添加で、10以上に上昇した。pHの排水基準は5.8~8.6とされていることから、添加後は中和が必要

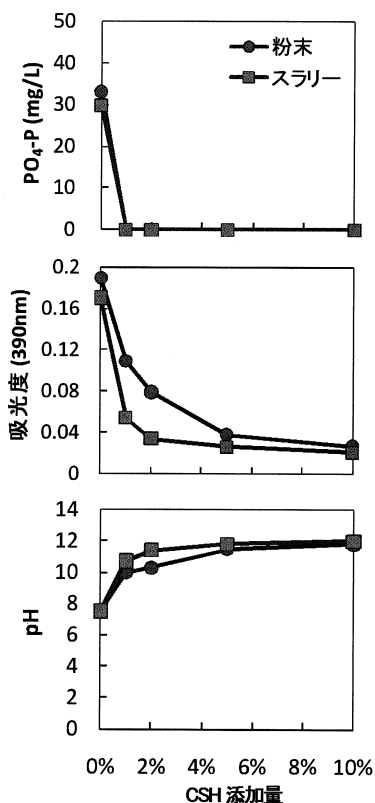


図2 CSH添加量の違いによる試験結果

であると言える。粉末とスラリーを比較すると、粉末状CSHを用いるよりスラリー状CSHを用いた方が効果が高かった。この差が見られた原因は、本試験では粉末品の粉碎を行わなかったため、顆粒状部分が含まれ、添加後も完全には分散せず、吸着効果が十分に発揮されなかったためと推定された。

(3) リン除去及び色度低減効果に及ぼすpHの影響

図3にスラリー状CSH 1%添加時のpH調整による $\text{PO}_4\text{-P}$ 及び吸光度の変化を示す。pH11付近でリン除去及び色度低減効果をもっとも高く、pHの低下とともに性能が落ちることが示された。このことから、リン除去及び色度低減効果を発揮させるためには、高pHが必須であると考えられる。

4. まとめ

CSH資材は、脱色及びリン除去ともに高い性能を持っており、高pH領域でもっとも効果を発揮することが示された。一方、添加によりpHが上昇するため、処理後は中和処理が必要であり、簡易かつ安定した中和手法の検討が課題である。

参考文献

- 1) 用水廃水便覧 改訂2版, 丸善, 1973

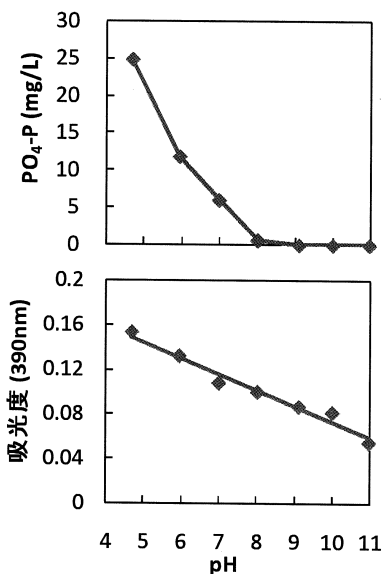


図3 スラリー状CSH資材1%添加時のpH調整による性能影響