

有機系廃棄物の炭化処理によるフッ素吸着の基礎的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○木村 泰貴 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖
長崎大学大学院 正会員 杉本 知史 フェロー会員 蔣 宇静 学生会員 中川 雄介

1. はじめに

近年、重金属類による土壤汚染の問題が顕在化している。重金属の中でもフッ素は不溶化が難しいとされており、土壤汚染対策法では、溶出量が 0.8mg/L と定められている。自然界にも比較的多く存在しており、水中にも存在する。長期的に摂取すると人体にも健康にも影響を及ぼすとされ、産業廃棄物においても石膏ボードに含有するとされる。そこで、フッ素溶出の問題が喫緊の課題とされる。より安価な材料を用い、フッ素の溶出量を低減・抑制する手法を提案することを目指し、種々の試験から得られる材料特性を評価・検討するため、本研究では、有機系廃棄物の中でもリンを多く含有する鶏糞を用い、鶏糞堆肥を炭化処理した材料の、吸着材としての利用可能性について検証することを目的とする。

2. 対象試料・試験手順

試料には、一般的に市販されている園芸用の鶏糞堆肥を用いた。対象試料を図-1 に示す。試料を図-2 に示す燃焼炉を用いて炭化処理することとした。水で洗浄し、炉乾燥させ回収する。pH の測定はガラス電極式 pH 計を用い、土懸濁液の pH 試験方法 (JGS0211-2009) に則り、最小読取値 0.1 以下のガラス電極式 pH 計を用い行った。フッ素測定はイオンメーター (TOA-DKK 社製 IM-55G) を用いて、フッ素濃度を測定する。



図-1 対象試料

3. 試験結果と考察

3.1 鶏糞の炭化処理について

温度を変えて 3 種類の炭化処理鶏糞を作製した。300℃, 400℃, 500℃で 60 分時間を置き、中身を取り出した。アルミニウム箔 (以下アルミ) で鶏糞堆肥を包み、外気との酸素の行き来を遮断することで炭化させた。図-3 から温度が高くなるにつれ、完成した炭化物が減容化されていた。これは、高温になるにつれ発生する煙も多く、熱化学分解が進んだためと考えられる。



図-2 焼却炉

3.2 pH 試験について

3.1 で作成した 300℃, 400℃, 500℃の鶏糞堆肥を固液比が 1:5 となるように水と混合し、攪拌させ pH 測定器を用いて測定した。300℃では pH7.14, 400℃では pH7.16, 500℃では pH9.02 の数値を得た。500℃の時は一部が燃焼し灰化した部分があったため、中性から弱アルカリ性に変化したことから温度上昇に伴い pH が大きくなることが言える。



図-3 炭化処理後の試料

3.3 フッ素溶出試験について

今回はアルミで試料を包み (以下アルミ有) で 300℃, 400℃, 500℃で生成した炭化鶏糞堆肥を用いてフッ素溶出試験を実施した。この試験にはフッ素標準液を用いた。0.5, 1.0, 10, 100 [mg/L] の 4 種類の濃度調整を行った溶液を準備し、各 100mL を取り出し炭化物を 5g 添加し、1 時間攪拌した。その後、pH を測定した。その結果を図-4

に示す。攪拌後の溶液をろ過し、ろ液 50mL を取り出し、フッ素緩衝材を 5mL 添加し、マグネチックスターラーを用いて攪拌する。結果を図-4、図-5、図-6、表-1 に示す。

図-4 より初期濃度が変化しても pH の値は大きく変化しないことがわかる。表-1、図-5、図-6 は、吸着量と吸着率をまとめたものである。各温度で比較すると図-5 から 400℃で処理した鶏糞は、他の処理した鶏糞より高い吸着効果がある。炭化処理温度の上昇に伴い、吸着量も増加していくと考えていたが、400℃で加熱処理した炭化処理鶏糞が最も平均して高い吸着率を維持している。500℃で炭化させたときに、一部が燃焼し灰化している部分があったため、吸着性能が減少し、400℃と 500℃を比較したときに 500℃の吸着率が減少したと推察する。図-6 は、添加した炭化処理鶏糞の 1g あたりの吸着率を示している。吸着率の高い 400℃に注目すると、300℃や 500℃で処理した鶏糞より明らかに吸着していることがわかる。初期濃度が 1.0mg/L の時 400℃で処理した鶏糞は、表-1 から 0.21mg/L まで濃度を低下させるほどの吸着力を持っている。高温で処理することによる鶏糞の燃焼を防ぐために、耐熱が期待できるステンレスを用いて鶏糞をより確実に高温で炭化させる処理方法を検討しなければならない。フッ素の環境基準は 0.8mg/L 以下と定められている。表-2 より初期濃度が 0.5mg/L、1.0mg/L の溶液のものは、環境基準の 0.8mg/L を満たしている。

表-1 各温度での濃度測定結果

濃度[mg/L]	300℃	400℃	500℃
0.5	0.14	0.15	0.34
1	0.63	0.21	0.52
10	7.30	2.60	5.60
100	89.00	49.6	73.3

4. おわりに

本試験で実施した 3 つのケースの中では、400℃で炭化させた鶏糞が最も吸着効果があると言える。400℃の炭化材に注目すると、高濃度でも 50%以上吸着していることがわかる。堆肥処理されていない鶏糞は、より吸着効果が得られると思われる。処理されていない鶏糞は鶏糞堆肥と異なり、リンを多く含有するため、より優れた吸着効果があるのではないかと考える¹⁾。そこで今後の展望として、鶏糞をより低コストで炭化させる方法を検討し、新たな使い道を提案することが課題として挙げられる。

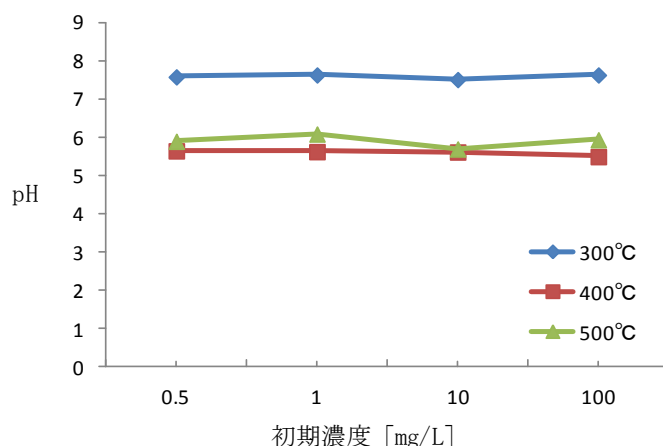


図-4 各温度での pH の値

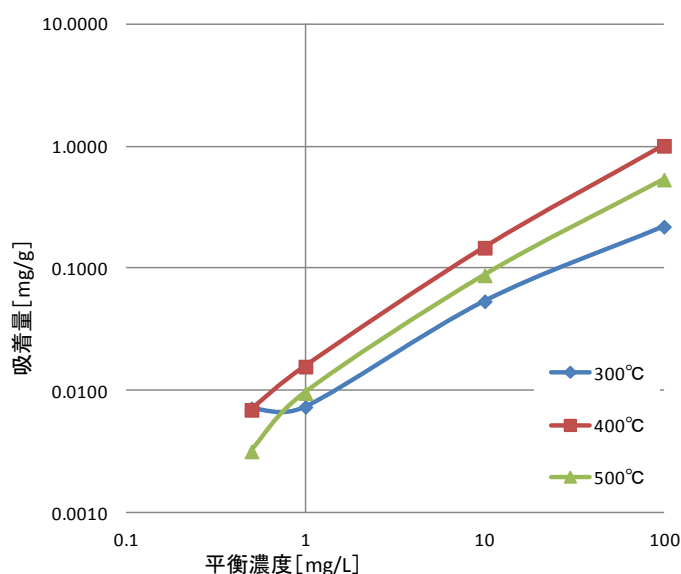


図-5 吸着量の比較

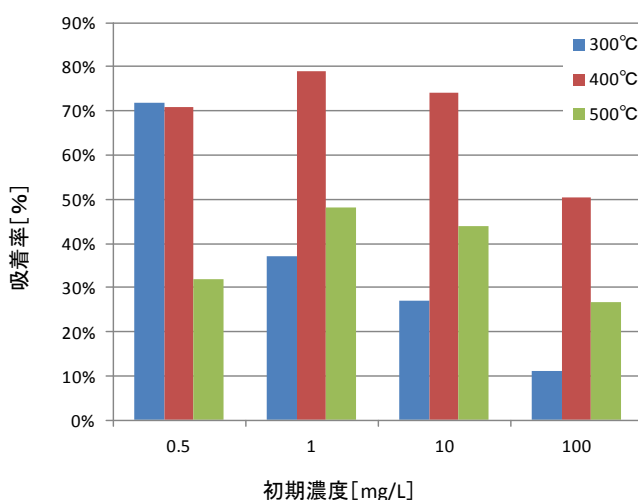


図-6 各温度での吸着率