

クリンカアッシュによる農地排水の窒素除去効果 Effects of Nitrogen Removal on Agricultural Drainage Using Clinker Ash

○*山本 仁, **岡澤 宏, **竹内 康, ***村上由貴

H.YAMAMOTO, H.OKAZAWA, Y.TAKEUCHI, Y.MURAKAMI,

1. 緒言

2001年に改正リサイクル法が制定され、石炭火力発電所から発生する石炭灰の利用拡大が求められている。特に、石炭灰の一種であるクリンカアッシュは建設材料として利用されているが、未だに廃棄量が多い(環境技術協会ら、2006)。クリンカアッシュは多孔質体であり、水質浄化材としての利用が期待できる。本研究では、農地排水を対象に窒素に関するクリンカアッシュのフィルタリング効果を検討した。また、クリンカアッシュの透水性と窒素除去機能との関係を明らかにしたので、ここに報告する。

2. 実験方法

実験試料には、粒度調整により透水性を変化させた4種類のクリンカアッシュを用意した。Sample 1は最大粒径(D_{max})を2mmに調整した試料を用い、Sample 2・3・4には粒度調整工法に用いられる Fuller の式 (1) により調整した。

$$p = (d/D_{max})^{0.5} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 p は通過質量百分率(%), d はふるい目の大きさ(mm)である。Table 1に試料の工学的性質を示す。試料の特徴としては D_{max} が大きいほど、透水係数が高く、いずれの試料においても全窒素量が検出されなかったことが挙げられる。これらの試料をカラム(Φ:44mm, L:350mm)に充填し、カラム上部から窒素溶液(C_{in} :NH₄-N:10mg/L)を207±17mL/dayで滴下した。そして、自然飽和状態の試料に通水させ、流出水を採取した。1試料につき3反復の実験を行い、計12本のカラム試験によりデータを得た。水質分析項目はT-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, pH, ECとし、JISに準拠して分析した。採水間隔は1~20日目が毎日、21~40日目が1日おき、41~70日が2日おき、71~121日が3日おきである。また、室内は気温 24.2±1.2℃, 湿度 64.6±8.8%, 照度 842±189Luxであった。試験後には試料の全窒素量・全炭素量をCNコーダーで測定した。

Table 1 試料の工学的性質
Physical properties of materials

試料	最大粒径 D_{max} (mm)	透水係数 k (cm/s)	全窒素量 ($\times 10^{-5}$ kg/kg)
Sample 1	2.00	1.09×10^{-2}	0.0
Sample 2	2.00	2.33×10^{-2}	0.0
Sample 3	4.75	1.45×10^{-1}	0.0
Sample 4	9.50	5.43×10^{-1}	0.0

3. 結果と考察

Fig.1に経過日数と流出水のT-N濃度(C_{out})を示す。実験期間中、全ての試料において C_{in} を超過

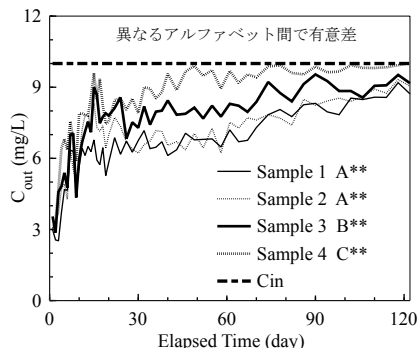


Fig.1 C_{out} の経時変化
Changes in C_{out} with time

*東京農業大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture
 ** 東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture
 ***福島県 Fukushima Prefecture
 キーワード: クリンカアッシュ, 窒素, 水質

することはなかった。また、多重比較検定 (Scheffe) の結果、Sample 1・2 以外の試料では有意差 (P 値 <1%) が現れた。よって、試料の透水性の違い (粒度調整) により、 C_{out} は変化することが示された。

Fig.2 に積算流量と単位日数、単位質量あたりの窒素除去量 (窒素除去速度) との関係を示す。その結果、指数近似による相関の有意性が確認できた (P 値 <1%)。また、いずれの試料も、実験開始から積算流量の増加に対して窒素除去速度が小さくなる傾向が見られた。

次に、カラム内の窒素収支式を (2) に示す。

$$L_{out} = L_{in} - SP = L_{in} - (P_{sample} + P_{etc.}) \quad (2)$$

ここで、 L_{out} は流出量 (mg)、 L_{in} は流入量 (mg)、 SP は浄化量 (mg)、 P_{sample} は試料による吸着量 (mg)、 $P_{etc.}$ は P_{sample} 以外の窒素除去量 (mg) である。窒素収支を **Table 2** に示す。 SP の内訳をみると、どの試料も 80% 以上が P_{sample} (試料による吸着) による効果であった。これより、積算流量に対して窒素除去速度が低下した要因は、クリンカアッシュへの窒素供給に対して、試料の窒素吸着量が限界に近づいたためと推察される。

次に、**Fig.3** にクリンカアッシュの透水係数と SP の関係を示す。両者間には負の相関関係 (P 値 <5%) がみられた。これより、透水性が高くなるほど、窒素除去機能が低く、透水性が小さくなると除去機能が大きくなることが明らかになった。また、**Fig.4** に示すように、 D_{20} と透水係数との間には強い相関関係 (P 値 <1%) がみられることから、 D_{20} を指標としてクリンカアッシュの透水性を設定することで、窒素除去量が推定できることが明らかとなった。

4. 結言

カラム実験によりクリンカアッシュの窒素除去機能を確認することができた。また、窒素除去機能と透水性との関係を検討したところ、有意な負の関係が認められたことから、 D_{20} により透水係数を操作することで、クリンカアッシュの窒素除去量を推定することが可能であることが示唆された。

参考文献 環境技術協会・日本フライアッシュ協会 (2006) : 石炭灰ハンドブック, 環境技術協会・日本フライアッシュ協会, II-1-II-10,

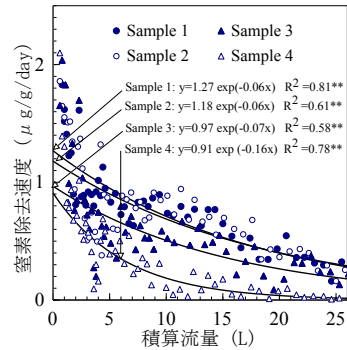


Fig.2 積算流量と窒素除去速度
Changes in removal load

Table 2 窒素収支式
Nitrogen balance

試料	L_{out} (mg)	L_{in} (mg)	SP (mg)	P_{sample} (mg)	$P_{etc.}$ (mg)
Sample 1	179	251	72	61	11
Sample 2	189	254	65	60	5
Sample 3	208	257	49	42	7
Sample 4	226	249	23	18	5

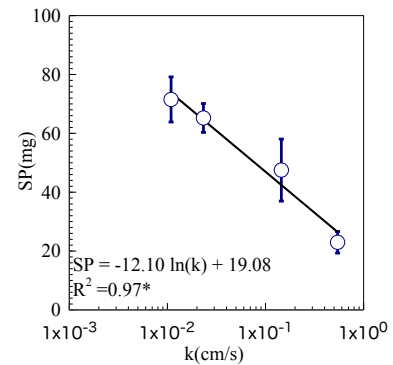


Fig.3 透水係数 (k) と SP の関係
Relation between k and SP

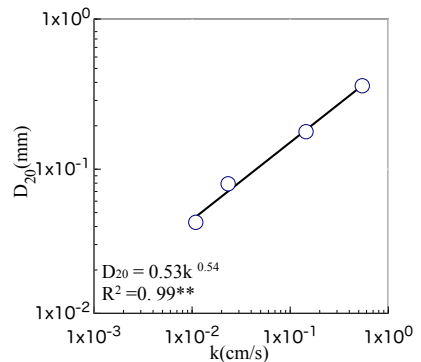


Fig.4 透水係数 (k) と D_{20} の関係
Relation between k and D_{20}