

# クリンカアッシュによる水田排水の窒素除去機能 Nitrogen Removal Function of Paddy Field Drainage Using Clinker Ash

○\*山本 仁, 岡澤 宏, \*\*\*大高祐子, \*\*竹内 康, \*\*\*\*村上由貴  
H.YAMAMOTO, H.OKAZAWA, Y.OTAKA, Y.TAKEUCHI, Y.MURAKAMI,

## 1. 緒言

水田は負荷吸収型と負荷排出型の2つに大別されるが、国内では未だに負荷排出型の水田が多く、この様な水田からの窒素流出を抑制することが課題として挙げられる。また、2001年に改正リサイクル法が施行され、石炭火力発電所から発生する石炭灰の新たな利用法が求められている。なかでも、石炭灰の一種であるクリンカアッシュは主に建設分野で利用されているものの、大半が廃棄されている（環境技術協会ら、2006）。本報告は、多孔質であるクリンカアッシュを水田排水口の浄化装置としての利用を想定し、窒素除去機能を明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験方法

Fig.1 に示すようなカラム試験により、窒素汚濁水を通水し、流出水の水質評価を行うことでクリンカアッシュの窒素除去機能を明らかにした。浄化装置に水田土壌が混入することを想定し、カラムには、クリンカアッシュと水田土壌の混合比が異なる4種類の試料を用いた。試料の性質および実験条件を Table 1 と Table 2 に示す。採水は1~31日目が毎日定時、32~61日目が2日に1回、62~121日目が4日に1回行った。採水後、速やかに T-N, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, pH, Eh, EC の水質測定をした。また、実験前後には CN コーダーにより各試料の全窒素量を測定した。

## 3. 結果と考察

経過日数に伴う流出水の T-N 濃度 ( $C_{out}$ ) の変化を Fig.2 に示す。Sample 1・2 と Sample 3・4 では異なる傾向を示した。Sample 1・2 は、開始直後に  $C_{out}$  が低濃度を示したが、時間の経過とともに濃度が上昇し、おおむね 7mg/L に収束した。一方、Sample 3・4 の  $C_{out}$  は、開始直後に高濃度を示し、その後、時間の経過とともに濃度が低下していき、Sample 3 は

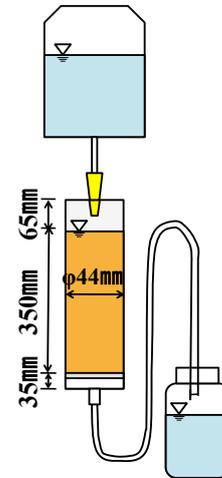


Fig.1 実験概要  
Equipment for experiment

Table 1 試料の性質  
Property of soils

Sample	比率 (CA:soil)	全窒素量 ( $\times 10^{-3}$ kg/kg)	透水係数 (cm/s)	土性
1	1:0	0.0	$6.23 \times 10^{-2}$	S
2	3:1	31.0	$1.50 \times 10^{-2}$	LS
3	1:3	128.5	$3.17 \times 10^{-4}$	CL
4	0:1	181.4	$1.20 \times 10^{-4}$	LiC

Table 2 実験条件  
Experiment condition

繰り返し(本)	3
流入水(mg/L)	13 (NH <sub>4</sub> -N)
点滴量(mL/day)	100~200
C/N比(-)	12
試験期間(日)	121
照度(Lux)	550±150
室温(°C)	24.5±1.0
湿度(%)	58.5±5.8

\*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  
\*\*\*厚木市役所 Atsugi City Office, \*\*\*\*福島県庁 Fukushima Prefecture  
キーワード: クリンカアッシュ, 窒素, 水質

11mg/L, Sample 4は16mg/Lに収束した。このように、クリンカアッシュを含む Sample 1・2・3 では、 $C_{out}$ は流入水の窒素濃度 ( $C_{in}$ :13mg/L)を下回る傾向がみられたが、水田土壌のみの Sample 4 では、 $C_{out}$ が  $C_{in}$ を常に上回っていた。このことから、クリンカアッシュの含有量が窒素の浄化機能に影響を及ぼすことが明らかになった。

次に、(1)に示す窒素収支式を用いて各 Sample の窒素収支を明らかにした。

$$L_{out} = L_{in} + SD - SP = L_{in} + SD - (P_{soil} + P_{vac}) \quad (1)$$

ここで、 $L_{out}$ は窒素流出量(mg)、 $L_{in}$ は窒素流入量(mg)、 $SD$ は試料からの窒素溶出量(mg)、 $SP$ は窒素の浄化量(mg)、 $P_{soil}$ は試料による窒素吸着量(mg)、 $P_{vac}$ は微生物による窒素の分解量(mg)であり、他の実測値の差し引きから算出した。

各 Sample の窒素収支を Table 3 に示す。各々の窒素流出率 ( $L_{out}/L_{in}$ )をみると、Sample 1・2は0.59、

0.57と窒素浄化を示した。一方の Sample 3・4では1.08と2.03と窒素汚濁を示した。各 Sample の  $P_{soil}$ に着目すると、クリンカアッシュの含有量の多い Sample 1・2では43mgと69mgの窒素吸着が確認されたのに対し、Sample 3・4では検出されなかったことから、クリンカアッシュが窒素成分を吸着したと推察される。また、各 Sample の  $SD$ に注目すると、Sample 1・2では検出されなかったのに対し、水田土壌の含有量が多い Sample 3・4では、65mg、165mgが検出された。このことから、試料に含まれていた窒素成分が通水開始とともに流出したため、Sample 3・4では実験初期に高濃度の窒素が観測されたと推察される。次に各 Sample の  $P_{vac}$ は、全 Sample で検出された。これより、高濃度の窒素溶液を供給すると、カラム内に微生物が発生し、窒素成分を分解すると考えられる。しかし、 $P_{vac}$ は他の項目の差し引きで求めたことから、今後検討する必要がある。以上のことから、クリンカアッシュと水田土壌との比率によって窒素の除去機能が異なることが明らかとなり、クリンカアッシュの窒素除去機能には、窒素吸着と微生物による分解が関係していると推察された。さらに、本試験で用いた水田土壌からは、窒素成分が溶出することも、カラム実験により確認できた。

#### 4. 結言

カラム試験により、クリンカアッシュの窒素吸着や微生物の窒素分解による窒素除去機能を確認した。また、クリンカアッシュに対して水田土壌の混合比が大きくなると、窒素除去機能がなくなることが明らかとなった。そのため、クリンカアッシュによる浄化装置によって水田排水を浄化するような場合には、水田土壌の混入を防止する対策やメンテナンスが必要となる。

**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,

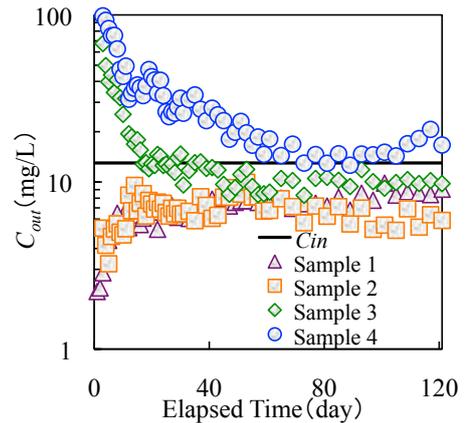


Fig.2 経過日数と  $C_{out}$   
Variation of  $C_{out}$  with elapsed time

Table 3 窒素収支  
Nitrogen income and expenses

Sample	$L_{out}$ (mg)	$L_{in}$ (mg)	$SD$ (mg)	$SP$ (mg)	$P_{soil}$ (mg)	$P_{vac}$ (mg)	流出率 (-)
1	173	295	0	122	43	79	0.59
2	165	289	0	124	69	54	0.57
3	188	174	65	52	0	52	1.08
4	202	99	165	62	0	62	2.03