

連続式反応器を用いた石炭灰造粒物による田沢湖水の中和実験

秋田大学 正会員 ○齋藤 憲寿
 非会員 南田 悠
 非会員 加賀谷 史
 非会員 佐々木 明日香
 非会員 池内 孝夫
 正会員 網田 和宏

1. はじめに

田沢湖は秋田県東部に位置し，貯水量約 7.2 km³ を有する湖である．1940 年，酸性水である玉川の導入によって湖水は pH6.8 程度から急激に低下したが，中和処理施設の稼働により現在は pH5.8 程度まで回復した．しかし，酸性化以前の状態には戻っておらず¹⁾，固有種のクニマスなどが生息できる環境は取り戻せていない．そこで著者らは国内の石炭火力発電所から残渣として産出されるフライアッシュに着目し，田沢湖水の中和剤としての活用²⁾を検討している．本研究では，石炭灰造粒物を添加した連続式反応器を用いて田沢湖水の中和実験を行った．



図-1 石炭灰造粒物

2. 実験概要

2.1 使用材料および造粒物の作製

微粉炭を燃焼した際に発生する石炭灰のうち，集塵器で採取された灰であるフライアッシュ（Ⅱ種）を用いた．そして，取り扱いの簡便化および有害物質の溶出抑制のため，フライアッシュ（Ⅱ種）に高炉セメント（B 種），消石灰および水を混合し，転動造粒法³⁾により図-1 に示す球状の造粒物を作製した．

2.2 田沢湖水の中和実験

図-2 に連続式反応器の概要を示す．試料水，ポンプ，反応容器，pH メーターおよび PC で構成されている．粒径 2~4.75 mm の造粒物 5 g を添加し，pH 5.2~5.5 の田沢湖水を反応容器へ一定流量（13.6 ,26.0 , 52.3 mL/min）通水させて溶液の pH を測定した．実験後は ICP 発光分析装置（ICP-AES）を用いて湖水の重金属イオン（Pb，Cr，Cd）の定量分析を行い，エネルギー分散型 X 線分光分析装置（EDS）で造粒物

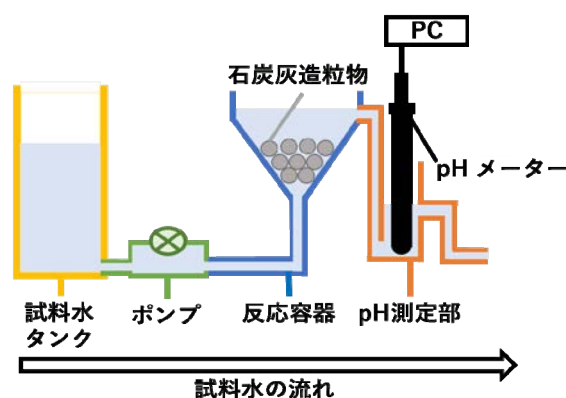


図-2 連続式反応器の概要

面の元素分析，X 線回折装置（XRD）を用いて造粒物の結晶構造解析を行った．

3. 実験結果および考察

図-3 に反応処理量と田沢湖水の pH の関係を示す．流量が小さいほど pH の最大値は大きくなっており，13.6 mL/min では pH 8.57 まで上昇した．これは石炭灰造粒物と湖水の接触時間が関係しており，反応容

キーワード 連続式反応器，石炭灰造粒物，田沢湖，中和

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2769

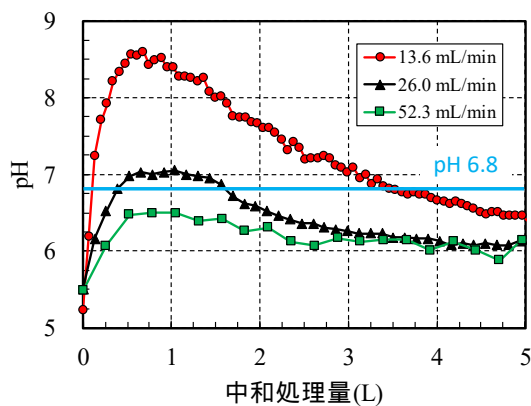


図-3 中和処理量と田沢湖水の pH の関係

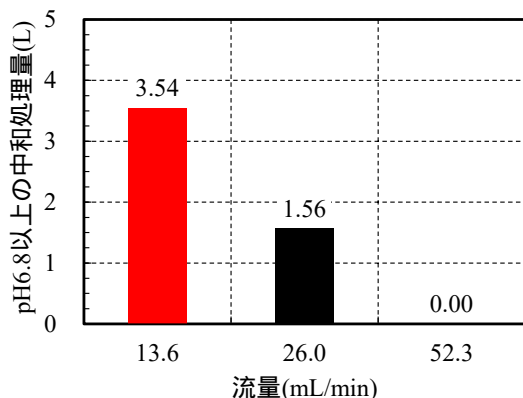


図-4 田沢湖水の流量と pH 6.8 以上の中和処理量の関係

器内で湖水の滞留時間が長いほど中和反応が生じて pH が上昇すると考えられる。また、流量に関係なく処理量が 0.5 L 付近で pH が最大となっていた。

図-4 に田沢湖水の流量と酸性化する前の pH 6.8 以上となる中和処理量の関係を示す。52.3 mL/min の処理量は 0 L であったが、流量が小さいほど中和処理量が大きくなり、13.6 mL/min では 3.54 L の湖水を処理することができた。また、ICP-AES を用いて中和処理後の湖水に含まれている Pb, Cr および Cd を定性した結果、明確に重金属イオンは検出されなかった。

表-1 に石炭灰造粒物の EDS 分析結果を示す。中和実験前後を比較すると、Ca の割合が 13.25 % から 0.96 % へ大きく減少している。したがって、Ca 由来のアルカリ成分が中和作用を及ぼしており、図-3 の pH が最大となる要因として $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が溶出していたと考えられる。

図-5 に石炭灰造粒物の XRD パターンを示す。グラフ上のピークは造粒物の 69.4 % を構成しているフライアッシュ（種）と概ね一致しており、中和実

表-1 石炭灰造粒物の EDS 分析結果（原子数%）

	Si	Al	Ca	Mg	Na
中和実験前	55.38	22.00	13.25	1.72	1.11
中和実験後	69.80	22.10	0.96	0.73	0.93

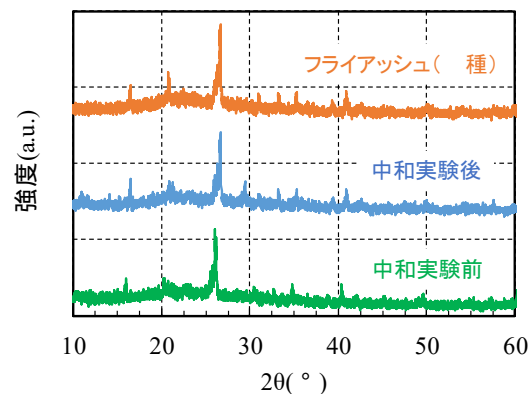


図-5 石炭灰造粒物の XRD パターン

験前後を比較すると違いは見られなかった。そのため、田沢湖水の中和において結晶構造の変化が無いことが明らかとなった。

4. まとめ

石炭灰造粒物を添加した連続式反応器を用いて田沢湖水の中和実験を行った結果、連続的に中和処理が可能であることが明らかとなった。また、石炭灰造粒物の XRD 分析により、中和による結晶構造の変化は見られなかった。

謝辞

本研究はクリタ水・環境科学振興財団および秋田大学総合技術部の支援を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 門脇智也, 網田和宏, 大八木英夫, 知北和久: 秋田県田沢湖への流入河川の水質変動と湖水の関係について, 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, VII-28, 2020.
- 2) 齋藤憲寿, 加賀谷史, 池内孝夫, 佐々木明日香, 網田和宏: フライアッシュを用いた造粒物による田沢湖水の中和実験, 令和2元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, VII-37, 2021.
- 3) 関口勲: 粉体の凝集造粒とその操作, 色材, Vol.53, No.10, pp.594-601, 1980.