

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            |                                                                                                                                                                           |
| Title(English)    | Removal of Cadmium from Mining Wastewater in Northwest of Thailand by Zeolites synthesized with Power Plant Rice Husk Ash                                                 |
| 著者(和文)            | SantasnachChawikarn                                                                                                                                                       |
| Author(English)   | Chawikarn Santasnachok                                                                                                                                                    |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第9985号,<br>授与年月日:2015年9月25日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:日野出 洋文,中崎 清彦,江頭 竜一,吉川 邦夫,森 伸介                                                    |
| Citation(English) | Degree:,<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第9985号,<br>Conferred date:2015/9/25,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文                                                                                                                                                                      |
| Category(English) | Doctoral Thesis                                                                                                                                                           |
| 種別(和文)            | 審査の要旨                                                                                                                                                                     |
| Type(English)     | Exam Summary                                                                                                                                                              |

## 論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号        | 甲第  | 号         | 学位申請者氏名 | Chawikarn Santasnachok |
|-------------|-----|-----------|---------|------------------------|
| 論文審査<br>審査員 |     | 氏 名       | 職 名     |                        |
|             | 主査  | 日 野 出 洋 文 | 教 授     | 森 伸 介                  |
|             | 審査員 | 中 崎 清 彦   | 教 授     |                        |
|             |     | 江 頭 竜 一   | 准教授     |                        |
|             |     | 吉 川 邦 夫   | 教 授     |                        |

### 論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Removal of cadmium contamination from villages in northwest of Thailand by pure zeolites synthesized from power plant rice husk ash」と題し、タイの火力発電所から発生するもみ殻焼却灰を原料としてゼオライトを合成し、汚染排水中のカドミウム除去への応用を検討したものであり、英文で書かれ、以下の 5 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、タイにおける垂鉛採鉱の現状およびそこから発生するカドミウムの汚染、タイの米の生産、タイの火力発電所およびそこから発生するもみ殻灰、ゼオライトの合成方法について言及し、更に今まで行われていたゼオライト合成とカドミウム除去に関する研究を紹介し、本研究の目的、意義および論文構成について解説している。

第 2 章「General Information for Main Materials」では、カドミウムの特徴および有害性、ゼオライトの種類、特徴、応用について概説している。

第 3 章「Zeolite Preparation」では、ゼオライトの合成方法およびキャラクターゼーション方法について解説し、合成したゼオライトを評価し考察している。本研究では、高純度のゼオライトを得るために、シリコン-アルミニウム抽出およびアルカリ水熱合成の二段階合成法を用いている。シリコン-アルミニウム抽出段階では、種々の条件下（水酸化ナトリウム・もみ殻灰質量比、抽出時間、抽出応温度）で抽出を行い、最適条件を特定した。本研究での最適条件は、アルカリ/灰質量比 1:2、抽出時間 1 時間、抽出温度 300℃であった。抽出段階から得たシリコンおよびアルミニウム溶液を用いて、水熱合成を行った。種々の反応条件下（反応時間、反応温度、Si/Al モル比）でゼオライトを合成した。合成したゼオライトを、粉末 X 線回折(XRD)、走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分析(SEM-EDS)、窒素吸着法、フーリエ変換赤外分光でキャラクターゼーションを行った。合成したゼオライトは種類は反応条件により異なり、主となる結晶構造はゼオライト Na-A および Na-X であった。高純度ゼオライト Na-A および Na-X を合成するための反応条件は、それぞれ Si/Al モル比 0.5, 90℃, 10 時間および Si/Al モル比 1.5, 90℃, 10 時間であった。ゼオライト Na-A および Na-X の陽イオン交換容量(Cation Exchange Capacity, CEC)はそれぞれ 958 meq/100g および 925 meq/100g で、比表面積はそれぞれ 10.69 m<sup>2</sup>/g および 1044 m<sup>2</sup>/g であった。

第 4 章「Zeolite Performance for Cadmium Removal」では、第 3 章で合成したゼオライトのカドミウム除去能力を評価し、考察している。ゼオライトによるカドミウム除去が pH に影響され、pH の増加とともにカドミウム除去率が向上した。ゼオライト Na-A および Na-X の point of zero charge はそれぞれ 5.5 および 5.8 のため、これらの pH を超えると、ゼオライトの表面が負の電荷を持ち、カドミウム除去を促進すると考えられる。さらに、温度が上がると除去率が高まったため、カドミウムのゼオライトによる除去が吸熱反応であることが分かった。合成したゼオライト Na-A および Na-X のカドミウム除去率はそれぞれ 736.38mg-Cd/g および 684.46mg-Cd/g であった。本結果は過去の研究に比較し高い除去率を示した。

第 5 章「General Conclusion and Recommendation」では、以上の結果を総括し、今後の研究課題を提案している。

以上、本論文は、実際の火力発電所由来のもみ殻焼却灰から合成したゼオライトの吸着剤としての性能評価および応用の可能性について検討し、もみ殻焼却灰による廃棄物問題およびカドミウムによる汚染問題の解決に関し、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと認められる。