

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการล้างดินและกากตะกอนที่ปนเปื้อนแคดเมียม สารละลายที่ใช้ในการล้างเป็นสารผสมระหว่าง โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ 0.1 โมลาร์และโซเดียมอิตีทีเอ 0.01 โมลาร์ ดินที่ใช้ในการวิจัยนำมาจาก 4 แห่ง คือ จังหวัดชลบุรี สระบุรี ปทุมธานีและลพบุรี ซึ่งแต่ละแห่งจะมีองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกัน ก่อนทำการทดลองจึงต้องทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินและกากตะกอน จากนั้นจึงทำการล้างดินและกากตะกอนแบบคอลัมน์และแบบครึ่ง โดยแบบคอลัมน์ทำการทดลองโดยบรรจุดิน (หรือกากตะกอน) 9.25 กรัม ลงในคอลัมน์พลาสติกแล้วผ่านสารละลายผสมปริมาตร 300 มิลลิลิตร เข้าไปทางด้านล่างของคอลัมน์ด้วยปั๊มโดยมีอัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนแบบครึ่งทำการทดลองโดยแปรค่าอัตราส่วนดิน (หรือกากตะกอน) ต่อสารละลายเป็น 1 กรัมต่อ 2.5 มิลลิลิตร 1 กรัมต่อ 5 มิลลิลิตรและ 1 กรัมต่อ 7.5 มิลลิลิตร แล้วควบคุมอัตราเร็วในการเขย่า 175 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องและนำไปปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 4,000 รอบต่อนาที แล้วนำสารละลายส่วนใสที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรสโคปีแล้วหาเปอร์เซ็นต์ที่กำจัดได้ หลังจากนั้นทำการสกัดดินและกากตะกอนแบบเป็นลำดับขั้น เพื่อศึกษาสัดส่วนของโลหะแคดเมียมที่อยู่ในรูปต่างๆในดินและกากตะกอน ดังนี้ คือ รูปที่ละลายน้ำได้ รูปที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออน รูปที่ละลายได้ดีในกรด รูปออกซิไดซ์ รูปรีดิวซ์และรูปที่เหลือ แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพการล้างแคดเมียมออกจากดินและกากตะกอนที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 แบบโดยใช้เปอร์เซ็นต์การกำจัดเป็นตัวบ่งชี้

ผลการทดลองพบว่าการชะล้างแบบคอลัมน์นั้นเปอร์เซ็นต์ซิลท์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการชะล้างมากที่สุด โดยดินที่มีเปอร์เซ็นต์ซิลท์ต่ำจะมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดสูง โดยมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดอยู่ในช่วง 22.52-35.49 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การกำจัดของกากตะกอนมีค่าที่ต่ำกว่าดินมาก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.12 เปอร์เซ็นต์ ในการชะล้างแบบครั้งพบว่าเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการชะล้างมากที่สุด โดยดินที่มีเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์ต่ำจะมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดสูง และอัตราส่วนดินต่อสารละลายต่ำจะมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดสูง ซึ่งอัตราส่วน 1 กรัมต่อ 2.5 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การกำจัดสูงที่สุด คือเท่ากับ 67.83-97.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากตะกอนมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนกากตะกอนต่อสารละลายมากขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์การกำจัดที่ได้ต่ำกว่าดินมาก โดยที่อัตราส่วน 1 กรัมต่อ 7.5 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การกำจัดสูงที่สุด คือเท่ากับ 17.13 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาสัดส่วนของแคะเมียมรูปต่างๆ ในดินและกากตะกอนโดยการสกัดแบบเป็นลำดับขั้น พบว่าก่อนการชะล้าง โลหะแคะเมียมอยู่ในรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้มากที่สุด รองลงไปคือรูปที่เหลือน หลังทำการชะล้างด้วยวิธีแบบคอลัมน์พบว่าในตัวอย่างดินสามารถกำจัดโลหะแคะเมียมรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้มากที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 59-77.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากตะกอนสามารถกำจัดรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนและรูปรีดิวซ์ได้มากที่สุด คือเท่ากับ 43.64 และ 39.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหลังการชะล้างด้วยวิธีแบบครั้งพบว่าดินทั้งสี่ชนิดในทุกอัตราส่วนมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การกำจัดที่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่อัตราส่วน 1 กรัมต่อ 2.5 มิลลิลิตร มีค่าสูงที่สุด ซึ่งสามารถกำจัดเอาโลหะแคะเมียมรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้มากกว่า 91 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรูปที่เหลือนเปอร์เซ็นต์การกำจัดมีแนวโน้มที่ลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์การกำจัดที่ดีที่สุดของกากตะกอนอยู่ที่อัตราส่วน 1 กรัมต่อ 7.5 มิลลิลิตร ซึ่งสามารถกำจัดเอาโลหะแคะเมียมรูปรีดิวซ์ออกมาได้มากที่สุด คือเท่ากับ 42.01 เปอร์เซ็นต์

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการชะล้างพบว่า ประสิทธิภาพในการใช้สารละลายผสมชะล้างโลหะแคะเมียมด้วยวิธีแบบครั้งมีค่าสูงกว่าแบบคอลัมน์

Washing of soil and sludge contaminated with cadmium was studied in this research. Washing solution was a mixture of 0.1 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  and 0.01 M  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ . Soils were collected from 4 locations where were Chonburi, Saraburi, Patumtani and Lopburi. Chemical and physical components of all soils and sludge were firstly characterized. Then those soils and sludge were washed by column and batch testing. Column test was studied by filling 9.25 g soil (or sludge) into a plastic column and passing 300 ml of mixed solution through the bottom of the column using a pump with flow rate of 1 mL/min. Batch test was studied by varying ratio of washing solution and soil (or sludge) such as 1 g : 2.5 mL, 1 g : 5 mL and 1 g : 7.5 mL. For all batch tests, the shaking rate, washing time, temperature, and centrifugal rate were fixed at 175 rpm, 2 hrs., room temperature, and 4,000 rpm, respectively. All aliquots were taken to determine the amount of cadmium by using Atomic Absorption Spectrophotometer. Various forms of metal in soils and sludge were investigated using sequential extraction method in order to determine their effect on the washing. Percentage of cadmium removal was used to compare the effective of soil washing and sludge washing method.

The results showed that soils washing capability in column test was based on percentage of silt. The less percentage of silt, the higher removal of cadmium. Cadmium removal was 22.52-35.49 % in soils while it was only 7.12 % in sludge. For batch test of soils, percentage of organic matter was a crucial factor on washing. The less percentage of organic matter as well as, the less soil to solution ratio, the higher removal of cadmium. The ratio of 1 g : 2.5 mL got highest percent removal (around 67.83-97.3%). In sludge, percent removal was increased when these ratio had increased but the percent removal was lower than soils, at which the ratio of 1 g : 7.5 mL got highest percent removal of 17.13 %

Proportional of different cadmium forms in soils and sludge was investigated by sequential extraction. It was that most of cadmium was in exchangeable form before washing. After washing by column test, cadmium in exchangeable form in soils was removed as much as other forms (59-77.73%). For sludge, cadmium in exchangeable and reducible forms were about 43.64 and 39.56%, respectively. In batch test, it was that the percent removal of cadmium forms in 4 different types of soils (from different locations) was the same direction in comparison to one another. The ratio of 1 g : 2.5 mL was an optimal point that more than 91% of cadmium in exchangeable form were removed. Percent removal of another forms tended to be decreased whilst the ratio increased. For sludge, the best removing point represented at the ratio of 1 g : 7.5 mL, at which was able to remove more reducible form of cadmium up to 42.01%.

From the results, the comparison of the effectiveness of column and batch test was found that batch test was more effective than column test.